Pesquisa e Tecnologia Agrícola e Ambiental

DOCUMENTO
DE TRABALHO
01 / 03

Marília Coutinho e
Rodrigo Luiz Medeiros da Silva

Núcleo de Pesquisas sobre Ensino Superior
da Universidade de São Paulo

NUPES

Núcleo de Pesquisas
sobre Ensino Superior

Universidade de São Paulo

Pesquisa e Tecnologia Agrícola e Ambiental

Marília Coutinho e

Rodrigo Luiz Medeiros da Silva

Núcleo de Pesquisas sobre Ensino Superior
da Universidade de São Paulo

Pesquisa e Tecnologia Agrícola e Ambiental

Marília Coutinho e
Rodrigo Luiz Medeiros da Silva

PESQUISA E TECNOLOGIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL

Marília Coutinho[*] e Rodrigo Luiz Medeiros da Silva[**]

Agricultura, ou agropecuária, e meio ambiente estão entre as questões centrais de desenvolvimento no país. Hoje é difícil separá-las - costuma-se chamá-las de "agro-ambientais" para facilitar[1]. A pesquisa agropecuária é das mais tradicionais no país, tendo como instituições pioneiras a Estação Agronômica de Campinas e a Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ambas da passagem do século XIX para o século XX. A pesquisa ambiental é bem mais recente, e tem crescido em função das crescentes preocupações preservacionistas, junto com a "década ambiental" dos anos 70 e toda a onda do desenvolvimento sustentável. Ambas são fortemente aplicadas e multidisciplinares, apoiando-se em disciplinas tradicionais como a Biologia, Zoologia, Botânica, Geologia, Economia e a Sociologia, e áreas mais modernas como Genética, Ecologia e o uso de tecnologias avançadas de sensoriamento remoto e georreferenciamento. Existe forte consenso a respeito da importante contribuição que a pesquisa agropecuária tem dado à economia do país (Paterniani 1999); o mesmo ainda não pode ser dito, no entanto, em relação à pesquisa ambiental.

Este trabalho faz uma breve introdução quanto ao tamanho relativo das áreas em questão no Brasil, uma explicação sobre a escolha das temáticas escolhidas para estudo, um mapeamento da pesquisa nas áreas e uma apresentação dos estudos de caso propriamente ditos.

No conjunto dos programas do Governo Federal, a agropecuária tem um peso semelhante aos outros grupos relacionados à atividade econômica, enquanto que o meio ambiente ocupa um patamar inferior. No setor agropecuário, as grandes despesas são para apoiar a política de assentamentos e financiamento ao pequeno produtor, com recursos ainda significativos dedicados à lavoura cafeeira. Na área ambiental, a Amazônia, com o projeto

[*] Pesquisadora do Núcleo de Pesquisas sobre Ensino Superior – Universidade de São Paulo
[**] Assistente de Pesquisa

[1] E. Lutz (1998) comenta que a agricultura dos países em desenvolvimento foi surpreendentemente bem sucedida ao responder às demandas públicas por alimentação. Ele atribui este sucesso em parte à ênfase na questão ambiental e recursos naturais. Em alguns pontos, comenta-se que a agricultura que produz resultados ambientais indesejados é resultado de sistemas de incentivos inapropriados, investimentos insuficientes, áreas pobres em recursos, atenção inadequada à pobreza e questões sociais.

Sistema de Vigilância da Amazônia (SIVAM), tem prioridade, vindo em segundo lugar programas relacionados à infra-estrutura de água e saneamento.

Tabela 1 – Programas Governamentais em Agricultura e meio ambiente, 2000

Programas em Agricultura		**Programas em meio ambiente**	
Total	3.262.119.231	Total	1.898.781.877
Agricultura familiar – PRONAF	904.309.102	Proteção da Amazônia	694.723.922
Desenvolvimento da economia cafeeira	697.033.050	Proágua – infra-estrutura	561.080.290
Novo mundo rural – assentamento de trabalhadores rurais	549.701.804	Saneamento básico	239.236.751
Novo mundo rural – consolidação de assentamentos	190.914.468	Qualidade ambiental	58.558.165
Apoio ao desenvolvimento do setor agropecuário	158.325.541	Climatologia, meteorologia e hidrologia	57.740.600
Alimentação saudável	151.788.462	Proágua – gestão	53.467.938
Desenvolvimento da Amazônia legal	85.495.500	Parques Brasil	39.070.852
Emancipação de assentamentos rurais	73.375.170	Biotecnologia e recursos genéticos – genoma	37.671.003
Seguro rural	72.807.282	Águas do Brasil	28.509.676
Controle de fronteiras para proteção agropecuária	60.914.571	Amazônia sustentável	23.773.619
Desenvolvimento da aviação civil	49.513.785	Gestão da política de meio ambiente	22.040.670
Produção de borracha natural	42.025.830	Prevenção e combate a desmatamentos, queimadas e incêndios florestais	14.426.742
Amazônia sustentável	23.773.619	Florestar	13.024.619
Desenvolvimento das regiões produtoras de cacau	21.821.533	Ciência e tecnologia para a gestão de ecossistemas	12.533.654
Desenvolvimento da fruticultura	19.978.812	Florestas sustentáveis	10.856.840
Desenvolvimento Agroambiental do Estado Mato-Grosso - PRODEAGRO	19.707.700	Biodiversidade e recursos genéticos – BIOVIDA	6.942..479
Gestão da política agropecuária	19.092.299	Conservação de solos na agricultura	5.276.039
Gerenciamento da estrutura fundiária	18.963.701	PROBEM da Amazônia	4.835.533
Produtividade da bovinocultura	12.237.384	Educação ambiental	4.494.674
Produtividade de cereais	12.183.954	Saneamento e vida	2.711.520
Desenvolvimento dos cerrados – PROCEDER	11.677.157	Nossos rios – São Francisco	2.479.495
Plano agropecuário e florestal de Rondônia – PLANAFLORO	10.292.300	Pantanal	1.392.405
Produtividade de oleaginosas	6.402.721	Alocação estratégica de recursos	1.328.788
Gestão da política fundiária	6.147.262	Conservação ambiental de regiões mineradas	1.006.199
Agricultura de precisão	5.592.771	Nossos rios – Paraíba do Sul	848.251
Produtividade da suinocultura	4.989.106	Mudanças climáticas	750.724
Desenvolvimento da pesca	4.844.946	Araguaia / Tocantins	465
Produtividade de olericolas	4.414.548		
Produtividade da avicultura	3.738.120		
Erradicação da febre aftosa	3.702.757		
Ciência e tecnologia para o agronegócio	3.234.369		
Desenvolvimento da aquicultura	2.419.450		
Qualidade dos insumos agrícolas	2.253.913		
Produtividade do algodão e de outras fibras	2.023.948		
Qualidade dos insumos pecuários	1.961.812		
Produtividade da caprinocultura e da ovinocultura	1.364.010		
Fomento a equideocultura	1.013.331		
Produtividade de cítricos	83.143		

Fonte: Ministério do Planejamento

Mesmo assim, muitos dos programas sob a rubrica agropecuária são de fato em grande medida aplicações agro-ambientais. Entre os pesquisadores mais radicais que diriam “todos os programas são ambientais” e os mais conservadores que diriam que poderíamos apontar “amazônia sustentável” ou “desenvolvimento agro-ambiental do Estado do Mato Grosso” fica uma área cinzenta onde cabem muitas atividades. É mais uma confirmação de nossa tese quanto à dificuldade para separar o que é pesquisa ou implementação de atividade agrícola e ambiental. É também mais uma demonstração de que existem muitas agendas ambientais e uma luta constante pela sua legitimidade.

Em termos das instituições de pesquisa, o setor ambiental, junto com o de recursos naturais[2], aparece como de maior porte, com 114 milhões de reais, contra 55 milhões para os programas de pesquisa agropecuária. Estes dados excluem, no entanto, gastos com pessoal. Das duas, pesquisa agropecuária é mais institucionalizada, e grande parte de seus gastos correm por conta da manutenção de suas instituições. Desde 1973 a maior parte da pesquisa agropecuária no Brasil se faz através ou com a participação da EMBRAPA, Empresa Brasileira de Agropecuária, cujo orçamento anual, incluindo gastos de pessoal, é da ordem de 660 milhões de reais. Com 8.500, funcionários, dos quais 2000 técnicos, metade com doutorado, e 37 centros de pesquisa espalhados por todo o território, a EMBRAPA é uma das maiores instituições de pesquisa do país[3], e, como a Fundação Instituto Oswaldo Cruz, não pertence ao Ministério de Ciência e Tecnologia, e sim a um Ministério setorial, de Agricultura. Além da pesquisa, a EMBRAPA desempenha intenso trabalho de extensão, levando a tecnologia de que dispõe para os produtores rurais.

---

[2] Pesquisas sobre recursos naturais – minerais, pedras preciosas, petróleo, etc. – são áreas tradicionais de pesquisa, que só recentemente começam a ser vistos dentro dos marcos mais amplos de proteção do meio ambiente e desenvolvimento sustentável.

[3] Seguida pelo IBGE, com aproximadamente 7 mil funcionários ativos.

Tabela 2 – Programas do Governo Federal em pesquisa agropecuária e de recursos naturais e meio ambiente

Pesquisa Agropecuária		**Recursos naturais e meio ambiente**	
Total	**55.285.104**	**Total**	**114.887.727**
Produtividade da bovinocultura	12.237.384	Climatologia , meteorologia e hidrologia	57.740.600
Produtividade de cereais	12.183.954	Biotecnologia e recursos genéticos – genoma	37.671.003
Produtividade de oleaginosas	6.402.721	Ciência e tecnologia para gestão de ecossistemas	12.533.645
Produtividade da suinocultura	4.9893.106	Biodiversidade e recursos genéticos - BIOVIDA	6.942.479
Tecnologia de uso terrestre	4.0613.801		
Produtividade de olericolas	4.414.548		
Produtividade da avicultura	3.738.120		
Ciência e tecnologia para o agronegócio	3.234.369		
Produtividade do algodão e de outras fibras	2.023.948		
Produtividade da caprinocultura e da ovinocultura	1.364.010		
Produtividade de cítricos	83.143		

Finalmente, os dados de auxílio a pesquisas do CNPq indicam que, juntas as áreas de pesquisa agropecuária e ambiental absorvem 16,1% do disponível, logo abaixo das engenharias. Se forem considerados os gastos com pesquisa relacionada a Agricultura e Ambiente em outras áreas, como Farmacologia, Bioquímica, Genética, Engenharias, Recursos Florestais e Engenharia Florestal, etc., a quantia destinada às duas áreas pode representar uma parcela ainda maior. Na área de Ecologia, 46,5% da verba é absorvida pelo Programa Integrado de Ecologia, que inclui universidades de vocação agrícola (exceto pela UFRJ) e a EMBRAPA. Na área de Agricultura, a maior parte da verba (80,3%) é absorvida por dois programas: o Programa de Apoio à Competitividade e Difusão Tecnológica (PCDT) e o Programa de Biotecnologia para a Competitividade Agrícola (BIOEX).

Com estes dados procuramos mostrar ao mesmo tempo que o que se entende por pesquisa ambiental é naturalmente mais abrangente do que pesquisa agrária e pode abrangê-la, mas que, nas atuais circunstâncias de articulação institucional no Brasil, quem melhor define as agendas ambientais governamentais são instituições e programas de pesquisa agrícola.

Tabela 3 – CNPq, valor dos auxílios para pesquisa em Agropecuária e Ambiente em 1999, agrupados em grandes áreas

Área	Agricult
Total	8,846,113.00
Agronomia	3,490,780.90
Meio Ambiente	2,475,870.80
Medicina Veterinária	890.620.20
Botânica	758,809.40
Zoologia	586,275.00
Ciência e Tecnologia de Alimentos	529,318.20
Ciências Agrárias	114,438.50

Em poucas áreas de pesquisa o Brasil é tão bem sucedido e concentra número tão grande de pesquisadores como na pesquisa agrícola ou, agora, "agro-ambiental". E poucas áreas enfrentam impasses políticos de tamanha intensidade. É urgente que o país enfrente as questões de desenvolvimento regional, industrial e de reforma agrária envolvidas nas áreas de ambiente e agricultura e para isso existe capacitação científica e tecnológica doméstica. Somadas a questões mais antigas e crônicas relacionadas ao sistema de propriedade da terra, com o avanço das negociações de livre comércio, as questões relativas à competitividade agrícola e à inovação industrial impulsionada pela ***bioprospecção*** (a investigação do potencial comercial dos recursos naturais e segundo tema de estudo deste trabalho) adquirem dimensões internacionais, muitas vezes conflitivas. Os processos de negociação, apropriação e transferência dos direitos decorrentes do conhecimento científico e tecnológico são de alta complexidade, e requerem competências que os pesquisadores e suas instituições geralmente não possuem.

Nos últimos anos, os avanços tecnológicos de impacto nas áreas ambiental e agrícola têm se concentrado em biotecnologia e nos sistemas de monitoramento remoto. Van Wijk e outros (1993) caracterizam a biotecnologia como uma das novas tecnologias genéricas, ou "tecnologias chave". Estas tecnologias abrem grandes campos de investimento, com um amplo impacto sobre a produtividade de uma economia. Os avanços biotecnológicos na agricultura têm propiciado o surgimento de novos produtos transgênicos no mercado em ritmo crescente, que, apesar das controvérsias a respeito, têm atributos altamente valiosos em

termos de produtividade, controle mais eficiente de pragas, menor uso de defensivos, melhoria de cultivares e muito mais.

Em relação ao ambiente, o tema do momento é biodiversidade. A importância política e a correspondente disponibilidade de verbas e interesse público e privado na questão estimularam imediatamente o desenvolvimento das tecnologias de bio-propecção. Há um abismo tecnológico entre países com sistemas de inovação maduros e países com sistemas imaturos que cria desafios e opções difíceis. No entanto, países com sistemas de inovação imaturos e que possuem regiões de alta biodiversidade, encontram-se automaticamente na corrida da bioprospecção – quer queiram, quer não queiram. Países com tradição agrícola têm pela frente o desafio do desenvolvimento de biotecnologia agrícola se quiserem permanecer minimamente competitivos no mercado.

No Brasil, as duas condições convergem: é o país que possui a região de maior biodiversidade do planeta e é um país de tradição agrícola. As demandas públicas relativas às áreas de ambiente e agricultura dizem respeito a duas grandes questões: a "vocação" econômica de diferentes eco-regiões (ou formações fito-geográficas) e a competitividade do agro-negócio. A primeira questão se pulveriza em várias controvérsias locais e episódios de conflito político: como o Brasil deve honrar sua sanção à Convenção da Biodiversidade, se e como deve ser o desenvolvimento agro-pecuário na região Amazônica, como melhor explorar os recursos de cada região, quem deve fazê-lo (grandes agro-negócios? Pequenos produtores rurais? Índios? Seringueiros?) e se o Brasil tem competência para preservar suas florestas tropicais. A esperança da solução destas questões é muitas vezes depositada na grande tarefa de compreender fisica-biológica-socio-economicamente o território nacional (***o zoneamento macro-agro-ecológico***, segundo tema de estudo deste trabalho) e na rápida capacitação tecnológica nacional para explorar os recursos da cobiçada bio-diversidade tropical (a bioprospecção).[4] Ambas estão intimamente relacionadas com a ***Orientação da Pesquisa Agro-Ambiental***, terceiro e último tema de estudo deste trabalho.

---

[4]Temos esta tarefa pela frente e cinco anos para avançar em sua direção. Mais que isso: avançando nela, sair do baixo valor de 7,060 medidos pelo Banco Mundial em Capital Natural, pois o país de maior biodiversidade no planeta deve a seu povo mais do que isso ao ingressar na economia globalizada. (The World Bank (1995). Como naturalmente o capital humano é parte do cálculo do indicador, o valor brasileiro é baixíssimo.

Características da pesquisa agrícola e ambiental no Brasil

Os campos das pesquisas agrícolas e ambientais, como áreas fortemente aplicadas, se estruturam e se organizam de forma muito distinta da de outros campos, como por exemplo a bioquímica, de perfil mais acadêmico. Em contraste com as disciplinas mais básicas, as pesquisas agrícolas e ambientais dependem de trabalhos de campo, e não só de laboratório; estão associadas a intervenções no ambiente físico e antrópico; e lidam com questões centrais de políticas públicas. Estas características fazem com que os recursos para a pesquisa agrícola sejam relativamente mais altos, assim como o número de pesquisadores e publicações, mas, ao mesmo tempo, as pesquisas agrícolas e ambientais são muito mais locais, menos internacionalizadas. do que em outras áreas. A comparação entre a pesquisa agrícola e a bioquímica, na Tabela 4, ilustra este ponto.

Tabela 4 - Alguns contrastes entre a pesquisa Agropecuária e Bioquímica

	Pesquisa Agropecuária	Pesquisa em bioquímica
Recursos do CNPq para pesquisa em 1999	US$ 1.886.491,60	US$ 855.457,10
Bolsas no país concedidas (em dólares)	US$ 11.330.767,10	US$ 3.885.152,00
Produção técnica (artigos nacionais e no exterior)	24.588	3.525
Artigos publicados no exterior	5.879	2.966
Artigos internacionais por pesquisador	1,16	4,49

A evolução destas áreas, nas últimas décadas, esteve fortemente associada aos programas universitários de pós-graduação. Não há como compreendê-las sem considerar a evolução do sistema brasileiro de pós-graduação. Este é considerado um dos resultados mais bem sucedidos da reforma do ensino superior de 1968, junto com a criação de departamentos e institutos de pesquisa. Recursos sem precedentes foram disponibilizados para a pesquisa científica e tecnológica. Estas verbas foram principalmente absorvidas pelos centros de excelência, onde se concentrava não apenas a pesquisa como os programas de pós-graduação de alto nível. O Conselho Federal de Educação adotou um sistema de credenciamento baseado em avaliação de mérito por pares, como as agências de financiamento já faziam há algum tempo. Em 1976, esta tarefa foi transferida para a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), onde o sistema de avaliação por mérito se consolidou

(Castro e Soares 1986) Trata-se do maior sistema de pós-graduação da America Latina e continua a crescer, como confirmam os dados disponibilizados no site da CAPES [5].

Apesar de existirem programas de pós-graduação anteriores à reforma, foi a partir dela que eles passaram a ter uma presença obrigatória nas instituições de ensino superior e pesquisa que quisessem se afirmar como tais. A regulamentação da pós-graduação incorporou procedimentos relativamente rigorosos de *peer-review*. O *boom* da pós-graduação inicia-se aí.

É neste momento que concentra-se nosso interesse, pois muitas disciplinas mais novas, como a Ecologia, se institucionalizam através da criação e credenciamento de seus “cursos pioneiros” entre 1976 e 1977 (Coutinho 1996). No caso da pesquisa agropecuária, o fato de a EMBRAPA estar fora do sistema de ensino não permitiu que esta associação fosse completa. Ainda assim, as ciências agrárias têm uma presença significativa no meio acadêmico, e concentram 11,0% dos cursos de pós-graduação no país.[6]

O crescimento da pós-graduação e a implantação do sistema de avaliação da CAPES fazem parte do esforço de desenvolvimento do sistema de pesquisa que ganha impulso ao longo dos anos 70, e do qual faz parte também a a criação da Financiadora de Projetos e Pequisas (FINEP), a transformação do antigo CNPq em agência de desenvolvimento científico e tecnológico e a criação da EMBRAPA, como agência especializada em pesquisa agropecuária. Segundo Wilkinson, Sorj e Brenner (Wilkinson, Sorj e Brenner 1992), assim que foi criada a EMBRAPA, em 1973, a empresa tomou para sí como tarefa prioritária o desenvolvimento de sua capacidade de pesquisa e portanto capacitação de pessoal. A demanda por capacitação da EMBRAPA foi maior do que a capacidade do sistema nacional de satisfazê-la e muitos pesquisadores foram enviados ao exterior para cursos de doutorado.

---

[5] CAPES – Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior http://www.capes.gov.br/oqueecapes/index.html (consultado em Agosto de 2001).

[6]Em 2000 haviam 22 cursos de Pós Graduação em Ciência de Alimentos, 110 em Ciências Agrárias, 28 em Medicina Veterinária e 25 em Zootecnia e Recursos Pesqueiros, para um total de 1544 cursos de pós-graduação no país.

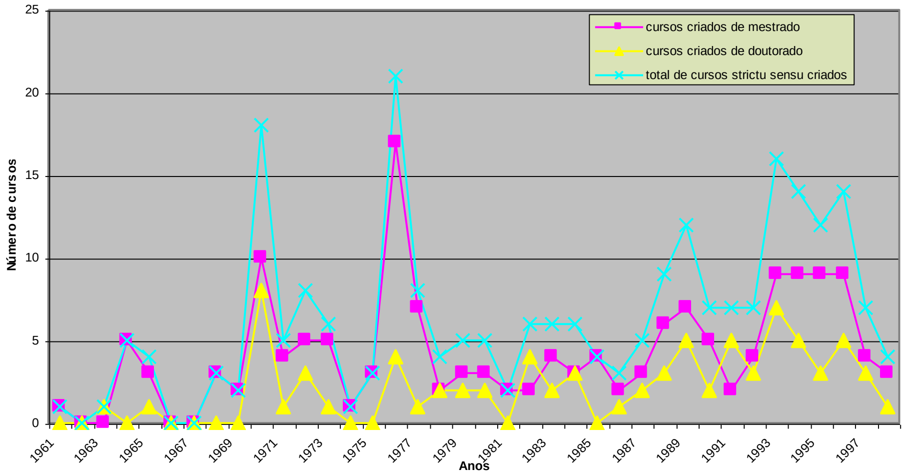


Gráfico 1 – Criação de novos programas de pós-graduação em Ciências Agrárias

O Gráfico 1, onde estão representados o número de programas de pós-graduação em Ciências Agrárias criados em cada ano, reflete inicialmente a política econômica de estímulo à produtividade rural de 1968-1973. O segundo pico de crescimento está relacionado com a demanda identificada por Wilkinson e col. e com o *boom* da pós-graduação brasileira de 1976. Poder-se-ia imaginar que os programas acumulados até o momento teriam saturado as necessidades de formação especializada no país. No entanto, o número de cursos criados voltou a subir entre 1986 e 1989, após a criação do Ministério da Ciência e Tecnologia, quando o governo Sarney aumentou de forma significativa os recursos para este setor, no ambiente de expansão inflacionária dos gastos públicos daqueles anos. Esta trajetória se interrompeu com a crise deflacionária do governo Collor, sendo retomada em patamar mais baixo nos anos seguintes, para voltar a cair em 1998, quando o país enfrentou nova e séria crise relacionada ao ajustamento do regime cambial e pela quebra das economias asiáticas.

Assim, o crescimento das pesquisas agropecuárias parece ter oscilado em função dos altos e baixos da economia brasileira desde os anos 70. Já a Ecologia e o amplo bloco de pesquisas que chamamos de "Ciências Ambientais" responderam mais fortemente a estímulos do contexto político internacional.[7] Embora estudos que retrospectivamente possamos classificar como ecológicos datem de muitas décadas, a institucionalização da Ecologia no Brasil é recente. Ela veio com a onda de programas de pós-graduação que surgiram com a transferência para a CAPES do processo de credenciamento, em 1976. Entre 1976 e 1996, 30 programas de pós-graduação em Ecologia e Ambiente foram implantados (Coutinho 1996).

[7] O estudo mais detalhado sobre política ambiental até o momento é o deGuimarães, Roberto P. (1991).

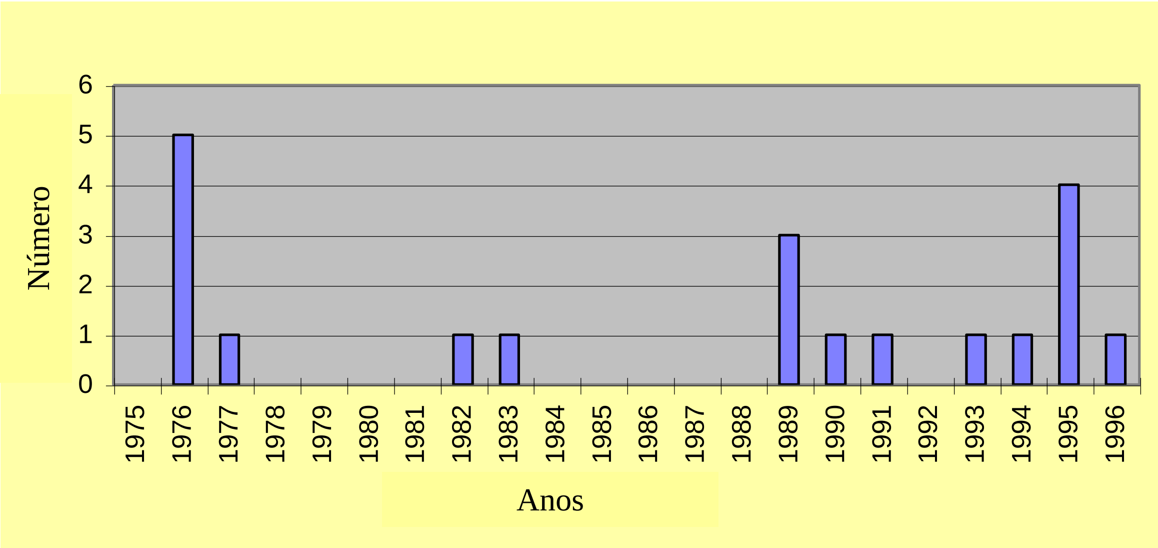


Gráfico 2 – Criação de novos programas de pós-graduação em Ciências Ambientais

Os programas podem ser agrupados em grandes blocos segundo seu período de formação Tabela 5.

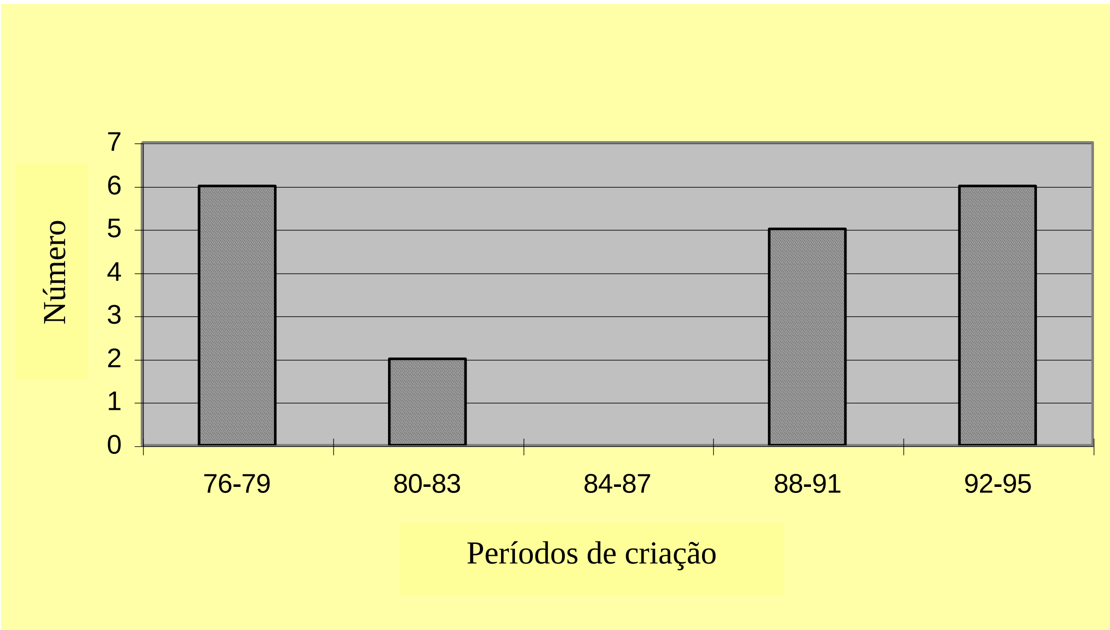


Gráfico 3 – Períodos de criação de novos cursos em Ciências Ambientais

Tabela 5 - Programas de pós-graduação em Ecologia e Ciências Ambientais de acordo com seus grupos e datas de implantação

Grupo 1	1976	Ecologia e Recursos Naturais – UFSCar
	1976	Biologia de Água Doce e Pesca Interior (Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais) - INPA/FUAM
	1976	Ecologia - INPA/UFAM
	1976	Ecologia – UnB
	1976	Ecologia – UNICAMP
	1977	Ecologia – UFRGS
Grupo 2	1982	Ecologia – USP
	1983	Produção Aquática – UFBA
Grupo 3	1989	Ciências da Engenharia Ambiental - USP - campus São Carlos
	1989	Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre – UFMG
	1989	Ciência Ambiental – USP
	1990	Ecologia – UFRJ
	1991	Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais – UEM
	1993	Ecologia e Conservação da Biodiversidade – UFMT
	1994	Engenharia Ambiental – UFSC
	1995	Agroecossistemas – UFSC
Grupo 4	1995	Desenvolvimento e Meio Ambiente – UFS
	1995	Sociedade e Meio Ambiente (Doutorado Interdisciplinar em Ciências Humanas - Sociedade e Meio Ambiente) – UFSC
	1995	Biologia Aquática – UFRN
	1996	Ecologia e Conservação (Programa de Pós-Graduação em Ecologia) – UFMS

Os quatro grupos têm características acadêmicas próprias, além de corresponderem a contextos políticos distintos. Quando surgiram os primeiros programas de pós-graduação em Ecologia, o mundo vivia o pico da "década ambiental". Havia uma atmosfera de preocupação crescente com o crescimento populacional, poluição, progresso tecnológico, entre outras questões. Entre os recém renomeados ecólogos, a atitude predominante era de crítica ao modelo de desenvolvimento e ao progresso.

Em 1972, as Nações Unidas haviam realizado sua primeira conferência sobre Ambiente e Desenvolvimento: a Conferência de Stockholm. O Brasil enviou representantes que se alinharam a outros países em desenvolvimento contra medidas conservacionistas. Os militares que dirigiam o país naqueles anos eram fortemente nacionalistas,

desenvolvimentistas e apostavam na auto-suficiência científica e tecnológica do país. As autoridades brasileiras eram não apenas pouco sensíveis, mas abertamente hostís a reivindicações ambientalistas. Entre seus grandes projetos desenvolvimentistas haviam os programas de avanço da fronteira agrária ocidental: a ocupação da Amazônia. Os desastres ambientais aí produzidos são notórios.

Nos programas de pós-graduação em Ecologia no Brasil, o primeiro grupo, constituido pelos cursos que se formaram entre 1976 e 1977, abriga os programas pioneiros e até hoje dominantes (Tabela 5). Foram os que primeiro se institucionalizaram, que monopolizaram os doutoramentos em Ecologia por mais de uma década e foram os que mais rapidamente atingiram as avaliações mais altas pela CAPES. Coerente com sua característica pioneira, colonizaram novos ambientes. Por exemplo: em 1996, dos 14 professores do programa do Mato Grosso do Sul, sete haviam concluido seus doutorados na UNICAMP.

Os membros do primeiro grupo partilhavam características importantes. Uma das que sobressai é que todos tinham um forte caráter disciplinar e buscavam a ortodoxia científica. Seu objetivo era implantar a *Ecologia* como disciplina. Naturalmente, este foi mais um dos pontos de conflito e competição inter-institucional, uma vez que a "Ecologia" é tudo, menos mono-paradigmática: vários referenciais teóricos convivem nela desde o seu nascimento (Coutinho 1996).

A Ecologia de ecossistemas e a ecologia de populações polarizavam a disciplina principalmente nos anos 1960's e 1970's. Alguns autores acreditavam que elas representavam até mesmo diferentes "visões de mundo", sendo a Ecologia de ecossistemas holística e integrativa e a Ecologia de populações reducionista. Os programas da Universidade Federal de São Carlos e da UNICAMP eram os de maior prestígio e criaram as primeiras "escolas" de Ecologia no Brasil. O de São Carlos era claramente "ecossistemista", enquanto o da UNICAMP enfatizava a Ecologia evolutiva, especialmente Ecologia de populações e de comunidades.

Mesmo envolvidos nestas controvérsias disciplinares de caráter universal, os novos ecólogos brasileiros concordavam no que diz respeito à necessidade de se desenvolver um *conhecimento local* no Brasil. Para eles, a Ecologia seria uma disciplina que iria gerar "conhecimento endógeno" (em oposição a "conhecimento importado) para pesquisar regiões tropicais; e um *instrumento* para melhorar a qualidade de vida e o planejamento ambiental. Todos os programas de pós-graduação enfatizavam problemas e objetos específicos e tinham uma clara preocupação regional e tropical. Os documentos analisados mostraram uma atitude

crítica, na qual se considerava que as abordagens geradas *nas* e *para* as regiões temperadas eram inadequadas para as regiões tropicais. Estudos sobre a produção científica desta comunidade até o ano de 1995 mostram que os pioneiros tiveram sucesso em instalar e reproduzir uma comunidade de ecólogos no Brasil.

O segundo grupo, formado por um programa da Universidade de São Paulo e outro, mais especializado, na Bahia, corresponde a uma fase de transição entre a primeira geração de programas, dos anos de 1976 e 1977, e o terceiro grupo que se institui a partir de 1989, e que responde a um novo contexto político, institucional e de política científica e tecnológica. No plano internacional, depois de mais de uma década de negociações, foi criada pelas Nações Unidas em 1983 a Comissão Mundial sobre o Ambiente e o Desenvolvimento, planejada na reunião de Stockholm. Esta Comissão publicou, em 1987, um documento que marcaria de forma definitiva a discussão sobre política ambiental em todos os países. O documento em forma de livro era *Our Common Future* (World Commission on Environment and Development 1987). Depois dele, a grande palavra de ordem foi o *desenvolvimento sustentável*.

No Brasil, a experiência democrática já amadurecia há quatro anos, com o fim do regime militar em 1985. A relativa abundância de verbas para ciência e tecnologia dos anos 1970 foi substituída por uma crise de escassez de recursos em 1980. Uma nova Constituição foi aprovada em 1988, com uma legislação ambiental considerada rigorosa. Um dos ítens desta legislação era a exigência dos estudos ambientais para a instalação de indústrias e obras de grande porte. Começou a crescer um mercado de consultoria ambiental.

Apesar de seguir as trilhas estabelecidas pelos fortes programas de São Carlos e UNICAMP, estes novos programas de 1989 inovavam sob o ponto de vista disciplinar e institucional. Eram interdisciplinares, geravam pesquisa sobre questões específicas, encontraram fontes alternativas de recursos para pesquisa e se organizavam de formas variadas em suas instituições. O quarto grupo ampliou a interdisciplinaridade do terceiro, incorporando as ciências humanas e sociais e tornando-se institucionalmente mais diversificado ainda.

Entre estes novos grupos, o da UFMG foi o mais bem sucedido. Era fortemente internacionalizado, garantiu financiamento para pesquisa de fontes estrangeiras e organizações governamentais locais e o próprio grupo fundador já tinha produtividade científica relativamente alta. Estes e outros fatores garantiram o relativo sucesso do programa em inserir seus graduados no mercado ambiental extra-acadêmico.

Outro programa inovador foi o de Ciências da Engenharia Ambiental, da USP, campus de São Carlos. Foi o primeiro programa em ambiente criado fora de instituições das áreas biológicas. Como o da UFMG, o da USP-SC já foi criado em condições vantajosas. Em primeiro lugar, contou com a experiência de uma das duas mais bem sucedidas iniciativas em ensino de ecologia no Brasil: entre os fundadores do programa está José G. Tundisi, também fundador do programa da UFSC em 1976. Em segundo lugar, foi criado dentro de uma das mais prestigiosas universidades brasileiras, a USP. Como o de Minas Gerais, conseguiu atrair financiamento externo que garantiu, entre outras coisas, que o programa se abrisse para o treinamento de pessoal técnico de outros países com problemas semelhantes aos brasileiros, especialmente de outros países Latino-americanos e também africanos.

A nova onda não tinha apenas programas bem sucedidos. Um deles, o Programa Regional em Desenvolvimento e Ambiente era uma iniciativa inter-universidades entre instituições do Nordeste. O objeto clamava por soluções sócio-ambientais há décadas: a seca, a pobreza, a alta concentração na posse da terra e uma economia frágil fazem da região um barril de pólvora ecológico. O foco do programa de pós-graduação era a Região do Semi-Árido Brasileiro. Depois de um sofrido esforço pelo reconhecimento e credenciamento do programa pela CAPES, o programa lutou contra outras dificuldades: o isolamento e falta de acesso à bibliografia relevante, entre outros fatores, que por sua vez dificultaram atrair jovens talentos e tornaram a busca por financiamento à pesquisa e parecerias, aqui e no exterior, ainda mais difícil.

Se observarmos como a pesquisa ambiental evoluiu institucionalmente em direção às temáticas aqui exploradas, não encontraremos muitas surpresas. As instituições dominantes mudaram muito pouco, embora a capacidade de estabelecer parcerias internacionais e locais, bem como de dominar um número maior de instituições decisórias aumentou.

Se observarmos a *visibilidade,* considerada como o número total de citações, teremos quatro de nossas sete instituições pioneiras como fontes de autoria de trabalhos de alto impacto (Tabela 6).

Tabela 6 – Número de artigos e citações por instituição de origem

Instituição	Número de Artigos	Número de Citações
INPA	6	19
UNICAMP	7	17
IMAZON	1	9
UFRJ	4	9
USP	8	8
Museu Paraense Emilio Goeldi	4	7
UERJ	4	7
FIOCRUZ	5	6
UFF	3	5
EMBRAPA	1	4
UNB	1	3
UNESP	2	3
Fac Med Ribeirao Preto	1	1
Museu Nacl, Dept Antropol	1	1
UFMG	1	1
UFPE	1	1
UFPR	1	1
UFRGS	1	1
UFRRJ	1	1

Se observarmos a *eficiência* como número de citações por artigo, o quadro não muda significativamente. INPA, IMAZON e UNICAMP continuam dominando o quadro (Tabela 7).

Tabela 7 – Número de citações por artigo por instituição de origem

Instituição	Número de Artigos	Número de citações	Citações/artigo
IMAZON	1	9	9
EMBRAPA	1	4	4
INPA	6	19	3,166667
UNB	1	3	3
UNICAMP	7	17	2,428571
UFRJ	4	9	2,25
Museu Paraense Emilio Goeldi	4	7	1,75
UERJ	4	7	1,75
UFF	3	5	1,666667
UNESP	2	3	1,5
FIOCRUZ	5	6	1,2
Fac Med Ribeirao Preto	1	1	1
Museu Nacl, Dept Antropol	1	1	1
UFMG	1	1	1
UFPE	1	1	1
UFPR	1	1	1
UFRGS	1	1	1
UFRRJ	1	1	1
USP	8	8	1

Um exame mais detalhado destes trabalhos permite observar as parcerias e interesses envolvidos. Enquanto todas as instituições que publicam em assuntos amazônicos têm fortes instituições norte-americanas como parceiras (Smithsonian Institute, Conservation International), as instituições brasileiras como a USP e a UFRJ, no setor ambiental, não atraem atenção internacional na mesma medida.

Tabela 8 – Artigos, citações e instituições colaboradoras

Citações	Instituição de Origem Brasileira	Segunda Instituição -	País da Segunda Instituição
11	INPA	Conservation Int.	USA
9	IMAZON	Penn State Univers.	USA
9	Unicamp	U. California Berkeley	USA
4	EMBRAPA	GSF, Ist. Soil. Ecology	GER
3	Fiocruz	London Sch. Hyg. & Trop. Medicine	UK
3	INPA	Smithsonian Inst	USA
3	UFF	Não tem	Não se aplica
3	Museu Paraense Emilio Goeldi	Univ Oklahoma	USA
3	UFRJ	Não tem	Não se aplica
3	UnB	Univ Oklahoma	USA
3	UERJ	Inst Pesquisas Jardim Bot Rio De Janeiro	BRA
2	UFRJ	Inst Bot. SP	BRA
2	Fiocruz	Não tem	Não se aplica
2	UNESP	Museu Paraense Emilio Goeldi	BRA
2	Museu Paraense Emilio Goeldi	Univ Oklahoma	USA
2	INPA	Smithsonian Inst	USA
2	Unicamp	UFRGS	BRA
2	UERJ	INPA	BRA
2	UFRJ	Não tem	Não se aplica
2	UFRJ	Univ E Anglia	UK
2	Unicamp	Não tem	Não se aplica
1	USP	Não tem	Não se aplica
1	Fac Med Ribeirao Preto	Johns Hopkins Hosp	USA
1	Fiocruz	Unesp	BRA
1	USP	SUCEN	BRA
1	Unicamp	UFPE	BRA
1	USP	Não tem	Não se aplica
1	INPA	Univ Virginia	USA
1	Unicamp	Tech Univ Braunschweig	GER
1	USP	Columbia Univ	USA
1	USP	Howard University	USA
1	USP	Inst Venezolano	VENEZUELA
1	UERJ	Univ Vermont	USA
1	Fiocruz	Não tem	Não se aplica
1	Unicamp	UNESP	BRA
1	UFPR	U Buenos Ayres	ARG
1	UFMG	Museu Biol Prof Mello Leitao	BRA
1	Fiocruz	Não tem	Não se aplica
1	Fiocruz	Não tem	Não se aplica
1	Museu Nacl, Dept Antropol	Não tem	Não se aplica
1	INPA	UFPR	BRA
1	UFF	Não tem	Não se aplica
1	UFPE	Univ Antwerp	BELGIUM
1	USP	UnB	BRA
1	INPA	Não tem	Não se aplica
1	UFRGS	Univ Wales	UK
1	Unicamp	USP	BRA
1	UFF	Não tem	Não se aplica
1	USP	Inst Adolfo Lutz	BRA
1	UERJ	Não tem	Não se aplica
1	Museu Paraense Emilio Goeldi	Univ Oklahoma	USA
1	Museu Paraense Emilio Goeldi	Univ Oklahoma	USA
1	UFRRJ	Univ Antofagasta	CHILE
1	UNESP	Não tem	Não se aplica

Apenas esta breve observação nos permite entender que o interesse público que estimula a pesquisa ambiental amazônica é muito mais complexo do que simplesmente o desenvolvimento regional. Há fortes interesses internacionais envolvidos e as parcerias científicas não refletem apenas curiosidade científica.

Outra maneira de entender como a demanda pública moldou as feições da pesquisa ambiental é observar quais os aspectos que ela adquiriu nas grandes agências. Existem duas grandes agências para se mapear: o CNPq e a FAPESP.

O CNPq divide as ciências da vida em seis áreas de coordenação. Cada uma é dividida em Comitês menores. A Ecologia pertence aos Comitês de Limnologia e Aquicultura (COGEC-EL: Ecologia, Limnologia e Aquicultura).

O CNPq tem um grande programa de "Terra e Ambiente", sob a Coordenação Geral de Ciências da Terra e Ambiente. Este é dividido em programas regionais, um dos quais sob a Coordenação de Pesquisas e Manejo de Ecossistemas (onde estão agrupadas Ecologia, Limnologia, Botânica e Zoologia). Além deste programa, há outros bem maiores, como o grande programa inter-ministerial Large-scale Biosphere-Atmosphere Amazonia Experiment (LBA).

Quando observamos as origens institucionais da diretoria do COGEC-EL, aparecem alguns nomes e instituições novos em relação aos pioneiros, mas já observamos as coincidências com os "produtivos" e "visíveis":

Tabela 9 – Sub-áreas e origens institucionais da diretoria do COGEC-EL

Nome	Sub-área / especialidade	Instituição
Angelo Antonio Agostinho	Pesca	UEM
Iracema Andrade Nascimento	Poluição	UFBA
Francisco De Assis Esteves		UFRJ
Ulrich Christian Karl Heinz Bruno Seelinger		FURG
João Vasconcelos Neto	Entomologia	UNICAMP
Armando Augusto Henriques Vieira	Aquicultura	UFSCar
Geraldo Bernardino	Aquicultura	IBAMA/CEPTA
Wagner Cotroni Valenti	Aquicultura	UNESP/JAB

A FAPESP patrocina Projetos Temáticos de certa forma no modelo de "*public procurement*": áreas de interesse são identificadas e os projetos a serem financiados são selecionados em bases competitivas. São, portanto, projetos de "excelência" e muito seletivos. Oito projetos na área de Ecologia estão sendo financiados para o presente período.

Além dos Projetos Temáticos, a FAPESP tem outras iniciativas importantes em pesquisa ecológica. Um dos mais importantes deles é o Programa de Pesquisa em Conservação Sustentável da Biodiversidade, conhecido como BIOTA-FAPESP, ou Instituto Virtual da Biodiversidade. A FAPESP investe 14 milhões de reais no BIOTA-FAPESP, em associação com os projetos Genomas.

O BIOTA-FAPESP é resultado de muita negociação entre os cientistas paulistas a respeito da Convenção sobre a Biodiversidade. Apesar da Convenção em sí ter sido escrita e assinada na Conferência das Nações Unidas para o Desenvolvimento e Meio Ambiente em 1992, o BIOTA-FAPESP só foi formalmente criado em 1999. O grupo de criadores do programa representa a liderança em política de pesquisa ambiental no Estado de São Paulo, o mais forte do país. O programa está estendendo seu poder de rede para pesquisa molecular e bioprospecção, entre outras atividades. Este é precisamente o sentido do conceito de "Instituto Virtual", que parece ter ganhado força na linha do ONSA (Organização para Seqüenciamento e Análise de Nucleotídeos, a rede virtual de laboratórios relacionada aos projetos genomas).

As Ciências Sociais e o ambiente

Apesar da "questão ambiental" ser inter-disciplinar por excelência, é muito difícil estudar a pesquisa ambiental executada por cientistas sociais no Brasil. O motivo é simples: é muito difícil estudar a pesquisa executada por cientistas sociais no Brasil em geral. As revistas em que publicam não são indexadas, suas interações são difíceis de se acompanhar e muito já se escreveu sobre suas relações ambivalentes com outros segmentos da sociedade.

Segundo os dados disponíveis na plataforma Lattes, existem 389 pesquisadores de nível doutoral no *setor* "ambiente" e cuja *grande área* é uma das "ciências sociais aplicadas". De uma comunidade de 14.171 pesquisadores em Ciências Ambientais, 3.699 são líderes de grupos de pesquisa. Destes, 1.569 vêm das "ciências sociais aplicadas" e 326 são líderes com títulos doutorais. Estão distribuídos segundo as seguintes *áreas*:

Tabela 10 – Pesquisadores com doutorado nas Ciências Sociais no setor Ambiente

Área Predominante	Pesquisadores com doutorado	
	Líderes	Não -líderes
Geografia	49	59
Educação	43	91
Economia	38	65
Planejamento Regional e Urbano	37	85
Arquitetura e Urbanismo	33	39
Sociologia	29	58
Antropologia	28	32
Psicologia	21	24
Direito	10	31
Arqueologia	10	20
Ciência Política	9	9
História	7	10
Comunicação	3	5
Demografia	3	4
Economia Doméstica	2	3
Serviço Social	2	6
Turismo	2	5
Total	**326**	**546**

Apesar de representarem 42,0% dos líderes de grupos de pesquisa, a contribuição das Ciências Sociais em termos de impacto local e como resposta às demandas públicas na área ambiental, com a exclusão da economia, tem sido muito modesta.

Destoando das demais disciplinas, a Economia brasileira tem respondido com maior vigor à demanda pública nas questões agrária e ambiental. Quantificar esta resposta é muito difícil. Utilizamos medidas do interesse relativo dos profissionais das respectivas disciplinas como índice comparativo. Um dos critérios foi comparar revistas importantes das respectivas áreas (*Pesquisa e Planejamento Econômico*, para Economia, *Dados* e *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, para as Ciências Sociais, além de *Textos para Discussão* do IPEA, como proxy da pesquisa em andamento em Economia) e programas de pós-graduação credenciados pela CAPES (Tabelas 11 e 12).

Tabela 11 – Artigos publicados na revista *Pesquisa e Planejamento Econômico*, do IPEA

		Total	Temáticas Agrícolas	Ambiente
1999	N. 1	5	0	1
Vol. 29	N. 2	5	0	0
	N. 3	5	0	0
2000	N.1	5	0	0
Vol. 30	N.2	5	0	1
	N.3	5	0	3

Tabela 12 – Artigos publicados na série *Textos para Discussão*, do IPEA

	Total	Temáticas Agrícolas	Ambiente	% Agric	% Amb
1999	79	6	4	7,6	5,1
2000	79	7	4	8,8	5,1
2001	79	3	5	3,8	6,3
2002	2	0	1	0	

Tabela 13 – Programas em ciências agrárias e ambiente e suas respectivas notas por área e instituição

Universidade	Programa	Nota Capes Mestrado	Nota Capes Doutorado
Geografia			
UEL	Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento	3	-
Sociologia			
UFPB	Sociologia Rural	3	-
UFRRJ	Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade	4	4
Economia			
UNICAMP	Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente	4	-
UNICAMP	Economia Aplicada	-	4
UFC	Economia Rural	4	-
UFV	Economia Rural	4	4
UFPB	Economia Rural	3	-
USP/ESALQ	Ciências (Economia Aplicada)	5	5

Foram examinadas as publicações dos anos de 1999, 2000 e 2001 - números 1, 2, 3 e 4 da *Dados* (exceto para o ano 2001, onde o número 4 não está disponível) e números 39 a 46 da *Revista Brasileira de Ciências Sociais.* Houve um artigo no número 6 do ano de 1999 da *Dados* em temática ambiental e um artigo no número 4 da *Dados* em temática agrícola no ano 2000. Na revista *Brasileira de Ciências Sociais* não registramos nenhuma publicação.

A revista *Pesquisa e Planejamento* não permite grandes inferências, exceto que o interesse por ambiente tem aumentado. No entanto, os *Textos Para Discussão* do IPEA mostram um interesse constante tanto em temáticas agrícolas como ambientais por parte dos economistas.

Há mais publicações e pesquisas em andamento em Economia do que nas demais Ciências Sociais nas temáticas agrícolas e ambientais. Tomando os conteúdos das publicações como respostas a demandas, estas vão desde avaliação de valor econômico de desflorestamento, passando por modelos de previsão de propriedade intelectual de patentes de material derivado de bioprospecção, até complicados mapeamentos de assentamentos rurais e disponibilidade de técnicas de manejo agro-ecológico do solo. Ou seja: os economistas brasileiros são chamados a responder a mais ou menos qualquer coisa que diga respeito a ambiente ou agricultura.[8]

Na Tabela 13, que lista os programas de pós graduação podemos comparar o único curso em Geografia, os dois cursos existentes em Sociologia nestas áreas com os seis em Economia. Não existem cursos de pós-graduação voltados a estes temas em Antropologia, História ou Ciência Política.

As Ciências Sociais ainda não parecem ter encontrado seu caminho no que diz respeito ao papel que devem desempenhar na resposta às demandas públicas nas áreas do ambiente e da agricultura, nem aqui nem em outras partes do mundo. Questionamentos meta-científicos tem sido feitos há décadas nestas áreas. Dunlap e Catton identificaram a emergência da sociologia ambiental em 1979 como uma especialidade autônoma (Dunlap e Catton 1979). Os autores apontavam que se tratava de uma novidade, em que um sub-grupo de sociólogos aceitava variáveis ambientais como significativas para a investigação sociológica. Frederick Buttel fez uma revisão da literatura em 1987 onde identificava cinco grandes áreas no desenvolvimento da sociologia ambiental: a "nova ecologia humana", valores e

[8] Um exemplo é o estudo do IPEA que estuda a economia da biodiversidade e identifica fatores estruturais que induzem sua redução. Segundo o estudo, ajustes profundos como mudanças na estrutura fundiária e concentração de renda devem ser feitos para eliminar tais fatores (Motta, R. S. (1996); Outros exemplos: Andersen, L. E. A. (1997); Gasques, J. G. e Villa Verde, C. M. (1995)..

comportamentos ambientais, o movimento ambiental, risco e monitoramento de risco tecnológico, política econômica do ambiente e política ambiental (Buttel 1987). Os economistas, no entanto, ainda são os que de fato respondem as questões substantivas (Adger, Brown, Cervighi e Moran 1995, Bishop 1999). Das grandes áreas identificadas por Buttel, no Brasil algumas delas ou não são desenvolvidas, ou são desenvolvidas por economistas, ou por estes em associação com profissionais de discplinas como a Geologia ou outras disciplinas "duras". Outras questões são especificamente brasileiras.

Em outras partes do mundo, as grandes respostas são fornecidas por equipes multidisciplinares integradas quase sempre por muitos membros das ciências "duras" e analistas de sistemas de georeferenciamento (GIS).

Mesmo com contribuições desiguais de diferentes disciplinas, as ciências sociais têm seu próprio programa internacional, o International Human Dimensions Program (IHDP), o qual em grande parte se opõe ao conhecido Internation Geosphere Biosphere Program (IGBP), das ciências naturais. Há um abismo entre os dois programas, reconhecido, lamentado, e sempre sob tentativas de superação (Cohen S., Demeritt D., Robinson J., Rothman, D.,1998).

Os estudos de caso

1. Bio-prospecção

A questão do relacionamento entre pesquisa de cunho acadêmico e a de tipo apropriada se coloca de forma especialmente aguda em relação ao tema da bio-prospecção, que afeta tanto a área da pesquisa ambiental e agrícola quanto a área da pesquisa de medicamentos.

A Bio-prospecção consiste na investigação do potencial comercial dos recursos naturais (bioquímicos e genéticos) de uma região. Estes recursos podem ser utilizados na indústria alimentícia, no controle biológico de pragas, no desenvolvimento de novas drogas e outras aplicações biotecnológicas. A Bio-prospecção visa à descoberta de novas substâncias úteis. Quase sempre esta atividade é associada à "descoberta de drogas." Na bio-prospecção de novas drogas o objetivo é identificar uma molécula farmacologicamente ativa e de grande valor econômico, entre milhares de compostos possíveis. Há duas formas de se alcançar tal objetivo: uma é a conhecida como química combinatória, que produz, de forma automatizada,

uma série de variações de composição química de várias moléculas; a outra é a biblioteca química gerada pela bioprospecção de extratos padronizados obtidos a partir de plantas, microorganismos e animais provenientes de regiões de alta biodiversidade, como o Brasil. O passo seguinte destas estratégias de pesquisa requer um longo processo de triagem por ensaios biológicos.

Em outras palavras, trata-se de uma pirâmide um cuja base se encontram cerca de cinco mil substâncias de atividade desconhecida para um topo onde há apenas uma de atividade comercialmente útil.

Há alguns anos, houve grande entusiasmo com os sistemas robotizados de triagem, mas até agora os resultados não têm correspondido às expectativas. Portanto, têm prevalecido abordagens que permitem começar a busca de novas moléculas biologicamente ativas a partir do *meio* da pirâmide, economizando assim alguns milhares (ou até milhões) de dólares. Uma delas consiste em partir do conhecimento de que determinadas plantas são utilizadas tradicionalmente como medicamentos por povos sem acesso à medicina moderna e com amplo conhecimento fitoterápico – a etnofarmacologia. Outra estuda a produção de drogas a partir de venenos, para os quais a evolução já proporcionou a triagem da atividade biológica. Um terceiro exemplo é o das bactérias, o grupo taxonômico dominante na Terra, que travam uma guerra química entre si através de antibióticos. Estes também já têm a vantagem de, por definição, terem atividade biológica e de essa atividade ser conhecida.

1.1. Biotecnologia e comercialização

A Biotecnologia é em geral o termo que se aplica ao conjunto de intervenções que modificam organismos através de técnicas que variam em sofisticação. Assim mesmo, cada vez mais elas se referam às técnicas moleculares introduzidas pela revolução da biologia molecular, cuja longa história remonta às atividades ousadas do grupo do fago de Delbruck (Fischer e Lipson 1988), que tem como marco a descoberta da estrutura da dupla hélice do DNA em 1953 (Watson e Crick 1953(a), Watson e Crick 1953(b)) e a quebra do código genético por (Jacob e Monod 1961). Os primeiros experimentos com vetores e transformação celular não demoraram muito e na década dos 70 já nascia o termo “engenharia genética”, ou a arte de modificar tecnologicamente a genética dos organismos. Nascia assim a Biotecnologia.

Paralelamente, nos Estados Unidos, havia um clima de descontentamento com o arcabouço legal vigente para a relação entre a pesquisa pública e o setor privado. Várias modificações haviam sido propostas e introduzidas, mas a mais importante foi a o *Bayh-Dole Patent and Trademark Amendments Act*, aprovado em 1980 e emendado em 1984 pela Lei Pública 98-620. Até então, havia pouco interesse dos pesquisadores em desenvolver pesquisa "útil", dada a obrigatoriedade de licenceamento compulsório da pesquisa financiada por recursos públicos. A Bayh-Dole Act eliminava exigência. Os escritórios especializados em propriedade industrial cresceram neste período e o profissional de "transferência de tecnologia" tem agora cargo e função definidas nas instituições norte-americanas. Há uma revista só para isso, o *Journal of Technology Transfer* (Bozeman 2000). Associações profissionais apareceram: a *Association for University Technology Managers* é uma dela. Foi criada em 1994, tem hoje mais de 2.700 membros e cresce a uma taxa de aproximadamente 10% ao ano; dela participam representantes de universidades, instituições de pesquisa sem fins lucrativos, o governo e a indústria.

Coincidentemente, é também de 1980 a decisão da Suprema Corte dos Estados Unidos, que admitiu que microorganismos vivos feitos pelo homem são patenteáveis. O termo "biotecnologia" se consagrou a partir dela. Decisões como esta abriram uma grande polêmica, que até hoje perdura, sobre a legitimidade da apropriação privada de resultados de pesquisas financiadas por recursos públicos e realizadas por funcionários de instituições também públicas de pesquisa. De acordo com alguns autores,pelo menos 60,0% de invenções universitárias, posteriormente patenteadas, foram financiadas com recursos federais (Fujisue 1998, Licht e Nerlinger 1998).

A decisão da Suprema Corte de 1980 provocou uma onda de surgimento de firmas de biotecnologia, entre elas Genentech, Biogen, New England BioLabs, Cetus e Genex. Além disto, a atividade inventiva em instituições de pesquisa pública passou a se concentrar, em grande parte em Biotecnologia, e as universidades desenvolveram escritórios de patentes e criaram regras para garantir a propriedade intelectual dos resultados das pesquisas de seus professores. Os ganhos financeiros resultantes destas ações têm crescido substancialmente nos anos 90 (Mowery, Nelson e Sampat 2001). Hoje, pelo menos 70,0% das licenças que geram recursos nas universidades norte-americanas vêm das ciências da vida (Massing 1997).

Nos países em desenvolvimento, as questões relativas ao aproveitamento dos recursos potenciais da biodiversidade e do patenteamento dos produtos gerados pela biotecnogia têm sido objeto de grande atenção e preocupação. Os defensores do patenteamento argumentam,

com o exemplo norte-americano, que a proteção da propriedade intelectual representa um forte estímulo para investimentos em pesquisa, sendo a única forma de viabilizar o uso adequado do patrimônio genético que, sem estes investimentos, ficariam inexplorados e expostos à biopiratária. Seus opositores argumentam que pesquisas orientadas pelo lucro correm o risco de deixar de lado estudos sobre doenças pouco rentáveis comercialmente, como a malária ou Doença de Chagas; que os custos dos produtos patenteados fazem com que os resultados das pesquisas não possam ser utilizados pelas populações dos países de onde estes conhecimentos saíram; e que, como muitos dos novos produtos patentados já faziam parte das tradições médicas de culturas locais, o patenteamento consistiria na prática em uma expropriação do patrimônio cultural dos povos mais pobres por grandes firmas internacionais (Siebeck 1990).

Para os países e regiões detentores da alta biodiversidade, as oportunidades de benefícios associados às pesquisas de bioprospecção e ao patenteamento de produtos de origem natural não passaram desapercebidos, e diversas estratégias têm sido desenvolvidas e tentadas para participar destes benefícios. Como a maioria destes países são menos desenvolvidos, e têm um um potencial de pesquisa relativamente baixo, a questão do patenteamento de produtos naturais adquiriu um contorno semelhante à questão do comércio internacional assimétrico entre países pobres, produtores de matérias primas, e países ricos, exportadores de produtos de alta tecnologia. A Tabela 14 mostra a distribuição assimétrica de biodiversidade e riqueza.

Tabela 14 – Riqueza em biodiversidade e renda percapita, por país

Países mais ricos em biodiversidade	Número de espécies de plantas	Renda percapita (US$)	Países mais ricos em renda	Número de espécies de plantas	Renda percapita (US$)
Brasil	55,000	2,550	Suíça	2,700	30,270
Colombia	45,000	1,190	Luxemburgo	1,200	24,860
China	30,000	360	Japão	4,040	23,730
Venezuela	25,000	2,450	Finlandia	1,100	22,060
Africa do Sul	23,000	2,460	Noruega	1,700	21,850
Rússia	21,000	9,211	Suécia	1,700	21,710
Indonesia	20,000	490	Islândia	500	21,240
Peru	20,000	1,090	Estados Unidos	20,000	21,100
Mexico	20,000	1,090	Alemanha	2,480	20,750

Fonte: Cunningham, A. B. (1993)

Atualmente, há dois grandes modelos de acordos internacionais vigentes para bioprospecção na America Latina: o do INBIO-Costa Rica e o do consórcio de áreas áridas. A Costa Rica é um dos países de alta bio-diversidade, embora não conste da Tabela 14. Também é um país sem capacitação e recursos para ativar e levar a cabo a cadeia de inovação biotecnológica. A política adotada no país visa ao mesmo tempo proteger sua bio-diversidade e adquirir capacitação biotecnológica. A instituição responsável por implementar essa política é o Instituto Nacional de Biodiversidade (INBio), criado em 1989 como uma instituição privada e sem fins lucrativos.

O INBio desenvolveu uma biblioteca de substâncias químicas a partir de recursos naturais locais – o primeiro passo da bioprospecção. A partir deste ponto, a instituição gerencia a exploração comercial deste material. O princípio é que todo o ganho além dos custos seja usado para proteger e administrar os recursos biológicos do país.

Em Outubro de 1991, a Merck Pharmaceutical firmou um contrato segundo o qual pagaria um milhão de dólares pela oportunidade de triar as amostras da biblioteca do INBio – é o "*screening*", ou identificação de atividade biológica, segunda etapa da bioprospecção. O INBio assume que os arranjos contratuais são suficientemente restritivos para impedir que a Merk se beneficie da colaboração sem honrar o compromisso da partilha. O contrato prevê que sejam pagos royalties para todo o produto, direta ou indiretamente derivado do material fornecido pelo INBio, sem limite de tempo.[9]

Outros países latino-americanos de alta bio-diversidade também estão tratando de se equipar para a corrida da bioprospecção. Exemplos são o CONABIO[10] no Mexico e o Instituto Humboldt na Colombia (dois dos grandes gigantes da biodiversidade). Instituições (quatro universidades e um instituto) do México, Argentina e Chile avançaram na montagem de sistemas de bioprospecção e cooperação internacional. Eles integram o programa International Cooperative Biodiversity Groups (ICBG), concedido pelo governo norte-americano à Universidade do Arizona. O programa foi o principal financiador do projeto "Bioactive Agents from Dryland Biodiversity of Latin America". Além dos "países-fonte" na América Latina e o "país anfitrião", representado pela Universidade do Arizona, o projeto envolve três parceiros comerciais. O projeto logrou organizar informação tradicional, envolvendo as comunidades locais, que participam em troca de técnicas de que necessitam

---

[9] Existem evidências de que o modelo da Costa Rica é a política favorecida pelo Banco Mundial. Ver The World Bank (1997).

[10] Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), *home page*, http://www.conabio.gob.mx/, (2001, 28 de outubro).

para cultivar as plantas; gerar informação organizada num recém criado banco de dados do programa; gerar 6.900 amostras de extratos das plantas coletadas, a maioria dos quais foi submetida a ensaios primários e secundários; desenvolver procedimentos mais baratos de triagem para atividade biológica, que possam ser utilizados nos países-fonte; determinação da estrutura química de alguns compostos selecionados, e muitas outras atividades. O contrato determina que serão mantidos, em relação aos parceiros comerciais, confidencialidade da informação gerada e monopólio de coleta e manipulação do material vegetal por parte dos países fonte. As eventuais patentes registradas pelo programa serão preferencialmente licenciadas por um dos parceiros comerciais. Os eventuais royalties serão divididos entre inventores, coletores e atividades de conservação nos países-fonte. Os parceiros comerciais ainda se comprometem com outras formas de pagamento, como computadores de alto poder e fundos para publicações para o país anfitrião e coleções de espécimens e treinamento microbiológico nos países fonte. Publicações são sempre colaborativas. O grupo é realista em relação às chances de sucesso comercial do programa, que são baixas considerando a relação entre droga desenvolvida e substâncias testadas (1:5000). O objetivo principal é a construção de capacitação científica e tecnológica e transferência de tecnologia (Timmerman 1999).

No Brasil, ultimamente, a bioprospecção tem ocupado um destaque na mídia de forma muitas vezes ufanista.. A revista *EXAME* de maio de 2001 dedicou matéria de capa ao que chamou de “negócio do verde” onde o jornalista Ricardo Arnt previa para o Brasil ser a futura Arábia Saudida da OPEP bioprospectiva (Arnt 2001). No entanto, isto não depende apenas da existência dos recursos naturais, e nem mesmo de recursos humanos. Depende, sobretudo, da capacidade do país em controlar o destino dos produtos da pesquisa brasileira. O artigo de Arnt, por exemplo, ilustra como auspiciosos os casos dos investimentos em instituições cujos formatos legais sequer estão estabelecidos; pedidos de patente junto ao INPI que de fato são sinais de avanço da pesquisa biotecnológica de outros países, pois a titularidade da maioria destes pedidos é estrangeira; lançamento de um Pograma Nacional que até agora não saiu do papel; investimentos da Monsanto e da Syngenta através de contratos que desconhecemos e, portanto, com benefícios ao país que não podemos tomar como garantidos.

Considerando os dois modelos de acordos internacionais vigentes para bioprospecção na América Latina, mencionados anteriormente, é fácil perceber que eles envolvem complicadas questões relativas à soberania nacional e ao papel que o país vai desempenhar nas negociações de comércio internacional.

Os cientistas brasileiros têm sido bastante críticos quanto à inércia ou complacência do governo em relação aos arranjos atuais para a exploração destes recursos. O resultado apontado por eles é um estado de abandono das populações das áreas ricas em bio-diversidade paralela a uma bio-pirataria consentida, com vários produtos vegetais brasileiros, especialmente amazônicos, patenteados por firmas e universidades do hemisfério norte. Muitos pesquisadores enfatizaram a necessidade de instrumentos legais para regular o acesso à biodiversidade (Homma 1999, Homma 2000, O Liberal 2000a, O Liberal 2000b).

1.2. Bioprospecção no Brasil

Estas modalidades de programas de bioprospecção foram iniciadas, estão em curso ou estão planejadas no Brasil. O programa mais grandioso de todos foi tragicomicamente abortado, alguns são considerados promissores, no mínimo, outros estão em fase de estruturação.

Recentemente, foi criado o Programa Brasileiro de Ecologia Molecular para o Uso Sustentável da Biodiversidade da Amazônia (PROBEN), numa parceria do Ministério do Meio Ambiente, o Ministério da Ciência e Tecnologia, empresas privadas, governos da região Amazônica e comunidade científica.[11] O Programa era coordenado pela organização social Bioamazônia. Os estudos de mercado feitos por ela identificaram uma importância crescente dos produtos naturais na indústria farmacêutica: durante o ano de 1999, o setor de fármacos movimentou mais de US$ 300 bilhões em todo o mundo. Quarenta por cento dos medicamentos hoje disponíveis nas farmácias têm origem direta ou indiretamente em fontes naturais. No mesmo ano, no Brasil, as vendas atingiram US$ 12 bilhões, valor semelhante ao dos produtos de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos.[12]

A primeira medida tomada pela Bioamazônia foi a aprovação, dia 30 de Maio de 2000, de um contrato com a empresa suíça Novartis Pharma AG, dando a ela acesso exclusivo à biodiversidade amazônica. Os direitos da Novartis incluiam informações relativas à taxonomia, genética, meios de cultura, tecnologia de replicação, entre outras. A empresa teria direitos exclusivos, incluindo os de patentes, sobre todos os produtos desenvolvidos a partir de micro-organismos, fungos e plantas amazônicos. Em troca, a Novartis pagaria US$1.200.000 e, pelo tempo em que vigorasse o acordo, faria pagamentos adicionais caso a

---

[11] Secretaria de Coordenação da Amazônia, http://www.mma.gov.br/port/SCA/fazemos/outros/probem.html.

[12] Bioamazônia Organização Social 2000 http://www.bioamazonia.org.br

pesquisa com o material triado gerasse produtos comercialmente significativos. Este acordo foi objeto de fortes objeções por parte de pesquisadores brasileiros, gerando uma polêmica que resultou na suspensão do acordo pelo Ministro do Meio Ambiente, José Sarney Filho.

O resultado deste conflito e dos problemas relativos aos acordos entre empresas brasileiras e multinacionais farmacêuticas foi uma decisão governamental defensiva. Apesar de sintonizada com as preocupações de boa parte da comunidade científica brasileira, esta ação gerou desdobramentos controversos: através da Medida Provisória 2.052, agora transformada em lei, foi criada uma comissão de representantes de doze ministérios para controlar todas as pesquisas sobre o que chamam de "recursos genéticos" do país. O desenvolvimento de novos produtos precisará ter a permissão dessa comissão. Por meio de decreto, o governo poderá vetar contratos de pesquisa já assinados, calcular o pagamento de *royalties* a tribos indígenas e punir os infratores com multas de até R$ 50 milhões. Toda a bioprospecção foi temporariamente suspensa por força da medida provisória.

O novo órgão chama-se Conselho Nacional de Gestão do Patrimônio Genético (Conagen). Ministérios como os de Desenvolvimento Agrário, Cultura e Relações Exteriores, participam dele. Conforme propostas já discutidas há anos no Congresso, empresas estrangeiras só poderão fazer pesquisas no Brasil em associação com institutos de pesquisa locais. O envio de amostras de organismos brasileiros só será feito com licença do Conagen.

O impacto destas medidas atingiu até mesmo algumas pesquisas sob controle brasileiro. O Centro Nacional de Pesquisa em Recursos Genéticos e Biotecnologia (Cenargen), da EMBRAPA, foi obrigado a suspender seus convênios de intercâmbio de espécies. Além da Novartis, já fecharam contratos com institutos nacionais a indústria farmacêutica britânica Glaxo-Wellcome, o Instituto Nacional do Câncer dos Estados Unidos e a empresa de cosméticos batavo-alemã Cognis. No total, os acordos envolvem o investimento de US$ 10 milhões, sem contar o futuro pagamento de *royalties*. Segundo *A Folha de São Paulo*, pelo menos uma das multinacionais considera transferir suas pesquisas para outro país amazônico (Traumann 2000).

Os demais projetos nacionais de bio-prospecção

Muitas instituições brasileiras, como a EMBRAPA e a Fundação Instituto Oswaldo Cruz, têm tratado de entrar de forma mais agressiva no mercado de produção de conhecimentos e produtos aplicáveis em bioprospecção. Embora o mega-projeto de bio-prospecção brasileiro - Proben - tenha sido abortado, muitas outras iniciativas vêm sendo desenvolvidas há décadas – só que com outros nomes. Outras foram recentemente estabelecidas e estão em curso, inclusive algumas de grande porte.

Entre as tradicionais, encontramos várias na EMBRAPA. Parte dos recursos da EMBRAPA vêm do Ministério da Agricultura e Abastecimento, parte do Ministério da Ciência e Tecnologia, e parte do CNPq, através de dotações que seus pesquisadores obtém em parcerias com colaboradores universitários.

Por exemplo, o pesquisador Luiz Joaquim Castelo Branco, da EMBRAPA Recursos Genéticos e Biotecnologia, identificou variedades nativas de mandioca com grande potencial comercial tanto na indústria farmacêutica como alimentícia: uma variedade de mandioca que no lugar de amido tem glicogênio, outra que produz licopeno (pigmento vermelho dos tomates, associado à prevenção do câncer de próstata) e mandioca com teor de betacaroteno (precursor da vitamina A) superior ao da cenoura.

Fora da EMBRAPA, segundo os dados disponibilizados pelo CNPq, existem dois grupos apoiados pela agência que já empregam o termo "bioprospecção" ao identificarem suas linhas de pesquisa: o grupo de Insetos Vetores, da Universidade Federal de Goiás, e o grupo de Química de Produtos Naturais Bioativos, da FIOCRUZ-Centro de Pesquisas René Rachou, em Belo Horizonte. O grupo da Universidade Federal de Minas Gerais estuda o controle químico, biológico e microbiológico de vetores da Doença de Chagas, do dengue, da febre amarela e da leishmaniose. Estuda também moléculas bioativas de plantas e microrganismos entomopatogenicos do Cerrado. O grupo do René Rachou também procura, na flora local, substâncias bioativas potencialmente úteis para a prevenção ou tratamento de doenças como malária, a esquistossomose, Doença de Chagas e câncer. Atualmente o grupo realiza ensaios em colaboração com o National Cancer Institute, dos Estados Unidos. A maioria dos grupos cujas pesquisas utilizam como palavra-chave "produtos naturais" também, de uma forma ou de outra, está envolvida em pesquisa bioprospectiva.

Entre os programas de grande porte em andamento, que atua na bioprospecção de fitoderivados, um dos mais consolidados está na Fundação Oswaldo Cruz, no Instituto de

Tecnologia em Fármacos - Far-Manguinhos, já discutido anteriormente. Ainda na FIOCRUZ, mas nos departamentos de pesquisa, são desenvolvidas outras atividades "bioprospectivas": o Departamento de Fisiologia e Farmacodinâmica desenvolve os projetos "Produtos naturais bioativos de plantas brasileiras", "Avaliação das propriedades farmacológicas de substâncias naturais brasileiras (lignóides) com atividade antagonista de mediadores endógenos (PAF, Platelet-Activating Factor)", "Estudo farmacológico das potenciais propriedades analgésicas e anti-inflamatórias de plantas do gênero Vernonia" e o Departamento de Imunologia desenvolve o projeto "Estudo da atividade e de mecanismos de ação de compostos extraídos de plantas em Leishmania spp" (FIOCRUZ 2003).

Venenos: atividade biológica que a Natureza já identificou

Em São Paulo dentre as atividades bioprospectivas apoiadas pela FAPESP, está o Centro de Toxicologia Aplicada (CAT), com sede no Instituto Butantan, onde trabalha-se com pesquisa bioprospectiva a partir de substâncias de ação biológica como os venenos de serpentes, escorpiões e aranhas. O CAT é um CEPID (Centros que integram, pesquisa, inovação, educação e transferência de conhecimento e/ou tecnologia) da FAPESP coordenado pelo Dr. Antonio Carlos Martins Camargo. Estes são programas apoiados por um longo período (até 11 anos) com um montante de verbas que deve permitir a auto-suficiência financeira do organismo no prazo previsto (US$1.3 milhão/ano). No caso do CAT, pesquisadores do Instituto Butantan, USP, Unifesp e Unesp integram as equipes, que trabalham em parceria com a indústria farmacêutica nacional, além das parcerias acadêmicas com instituições nacionais e estrangeiras. Dos produtos em diferentes estágios de desenvolvimento, um ganhou notoriedade o produto batizado com o nome provisório de Evasin (endogenous vasopeptidase inhibitor). Os pesquisadores que o desenvolveram acreditam que ele tem potencial para concorrer com o Captopril, anti-hipertensivo (também descoberto por um brasileiro, a partir do veneno de uma cobra) produzido pela Squibb. O Captopril gera um faturamento estimado em US $ 5 bilhões em todo o mundo. É evidente que as expectativas em torno do Evasin são altíssimas.

Um dos principais laboratórios do CAT é o Laboratório de Prospecção Farmacológica. Este laboratório conta com a participação de vários farmacologistas do Instituto Butantan e das Universidades participantes do CAT, que já vinham trabalhando com venenos animais em diversas especialidades. Quando o projeto do CAT foi aprovado, em 2000, foi necessário indicar um coordenador para as pesquisas farmacológicas deste laboratório. O coordenador é

o Dr. Lanfranco Ranieri Paolo Troncone, que já atuava nas pesquisas com neurotoxinas no Instituto Butantan (Troncone, Lebrun, Magnoli e Yamani 1995, Souccar, Gonçalo, Lapa, Troncone, Lebrun e Magnoli 1995, Wolff, Troncone, Lebrun, Magnoli e Raw 1997, Camillo, Paes, Troncone e Rogero 2001). Dr. Lanfranco nos explicou que, dado o fato de se trabalhar com um material onde quase tudo é biologicamente ativo, mas não se sabe em que aspecto da fisiologia, tratou-se de montar um sistema de triagem o menos seletivo possível para minimizar a possibilidade de falsos negativos. A estratégia do Dr. Lanfranco é, portanto, obter bibliotecas de substâncias e testá-las em alguns modelos básicos de ensaios biológicos. À medida que resultados positivos são observados, uma etapa de purificação tem lugar, a fim de isolar o composto responsável pela ação observada para então prosseguir com a sua descrição química e farmacológica. Os compostos inativos nos ensaios efetuados são estocados para explorações futuras em eventuais novos ensaios. Como o restante da biblioteca pode conter substâncias ativas em outros sistemas, elas podem ser comercializadas futuramente. A estrutura do Laboratório coordenado pelo Dr. Lanfranco demonstra como as parcerias com empresas e a produção de conhecimento proprietário modifica as instituições: o laboratório de prospecção farmacológica não poderá trabalhar com estudantes, pois as necessidades relacionadas a segredo industrial ou o "*timing*" das patentes seriam incompatíveis com as teses universitárias.

Tirando partido de uma guerra biológica de 2,5 bilhões de anos

Enquanto muitos se preocupam com a vasta flora tropical, potencial fonte de drogas miraculosas, esquecem-se daqueles organismos que de fato são os que dominam o planeta em que vivemos: os microorganismos, pois são de longe os mais numerosos (em termos de número de espécies) e os mais primitivos. O interesse em se realizar bioprospecção destes organismos não podia ser maior: há 2,5 bilhões de anos sobre o planeta, colonizando praticamente todos os habitats conhecidos, os microorganismos travam uma guerra química que gerou substâncias úteis ao homem para as mais diversas doenças e problemas.

Entrevistamos dois líderes de pesquisa em bioprospecção de microorganismos: o Professor Roberto Gomes de Souza Berlinck , do Instituto de Química da USP de São Carlos e o Professor Gabriel Padilla, do Instituto de Ciências Biomédicas da USP de São Paulo. Ambos nos explicaram que o interesse por microorganismos cresceu a partir da Segunda

Guerra Mundial (Woodruff 1980). Pesquisas acadêmicas e principalmente por parte de indústrias farmacêuticas multinacionais têm desenvolvido desde antibióticos (como a vancomicina, o único antibiótico ainda eficaz contra as formas mais resistentes de bactérias), agentes anti-tumorais (como as epotilonas, produzidas por um fungo isolado da África do Sul) e até drogas inibidoras da síntese de colesterol, dentre outras drogas de alto interesse comercial.

O trabalho que os Profs. Berlinck e Padilla desenvolvem é uma interface entre áreas disciplinares, ilustrando perfeitamente a tensão provocada pelas questões da biodiversidade num país de alta capacitação biotecnológica. O Dr. Berlinck, por exemplo, possui um convênio de intercâmbio científico com o Prof. Raymond J. Andersen, do Department of Chemistry e Department of Earth and Ocean Sciences da University of British Columbia, Vancouver, Canada e com o Prof. Chris M. Ireland do Department of Medicinal Chemistry, University of Utah, Salt Lake City nos Estados Unidos. No âmbito deste convênio, foi convidado para participar de um projeto do National Institutes of Health chamado National Cooperative Drug Discovery Group (NCDDG) no qual são estabelecidos "times" de trabalho envolvendo grupos de pesquisa acadêmicos e uma indústria farmacêutica. Esta é responsável pelo desenvolvimento de testes farmacológicos, sua aplicação e, no caso de se encontrar alguma substância que apresente bom potencial de desenvolvimento como medicamento, tal industria será responsável pelo seu "*follow up*". O Prof. Berlinck é consciente de que seu trabalho envolve um alto grau de competitividade e perigo em termos de propriedade intelectual. Todas as suas parcerias são estabelecidas e protegidas por acordos que fazem previsões quanto a possíveis benefícios de produtos comercialmente úteis (Roberge, Berlinck, Anderson, Lim, Corman, Stringer, Friend, Davies, Vincent, Haggarty, Kelly, Britton, Piers e Andersen 1998, Berlinck, Britton, Piers, Lim Roberge, Rocha e Andersen 1998, Andersen, Berlinck, Roberge, Britton e Piers 1998). Ele vai um passo além: afirma conhecer competição por parte de grupos estrangeiros em relação aos recursos naturais brasileiros, fato documentado em literatura científica (Shimamoto, Sekiguchi, Ohsaki, Kobayashi 2002, Sekiguchi, Shigemori, Ohsaki e Kobayashi 2001, Kobayashi, Sekiguchi, Shigemori e Ohsaki 2000(a) e (b), Kobayashi, Sekiguchi, Shimamoto, Shigemori e Ohsaki 2000b).

No Instituto de Ciências Biomédicas, o Dr. Gabriel Padilla estuda a Biologia Molecular de Microrganismos Produtores de Antibióticos. O Prof. Padilla começou sua carreira trabalhando com resistência de microorganismos a streptomicina, migrando em seguida para trabalhos sobre a produção de antibióticos por bactérias. Sua colaboração com

outros grupos de pesquisa no Brasil levou ao desenvolvimento de técnicas de isolamento e caracterização de virus bacteriófagos, que podem ser utilizados como vetores para outras operações em biologia molecular. Estes trabalhos são de aplicação direta em agricultura, pois são microorganismos isolados de solos. A idéia é encontrar organismos capazes de bloquear o ataque destas culturas por pragas comuns. Este trabalho é feito em colaboração com grupos de pesquisa da ESALQ.

Dr. Gabriel Padilla publicou vários trabalhos sobre a triagem, isolamento e clonagem de linhagens de microorganismos produtores de antibióticos (Campos e Padilla 2001, Ferreira, Padilla e Acosta 2000, Stoll, Horvat, Lopes-Shikida, Padilla e Cullum 2000, Padilla, Pradella, Pradella, Lopes-Shikida, Aikawa e Lemos 1999). Seu laboratório tem parcerias com laboratórios em várias partes do mundo, mas as mais estáveis são da Espanha e na Alemanha. Quando perguntamos se havia algum tipo de acordo formal relativo aos produtos comercializáveis, soubemos que infelizmente nenhum dos três laboratórios fez previsões quanto a eles. A Universidade de São Paulo, onde o Instituto de Ciências Biomédicas está localizado, não oferece apoio legal substancial às atividades necessárias à elaboração de tais acordos, muito menos ao patenteamento e futuro licenceamento de produtos. É uma preocupação constante de Dr. Padilla, que, no entanto, precisa continuar suas pesquisas com pouca proteção legal. O fato de que sejam antibióticos, moléculas de alto valor agregado e de difícil reprodução sintética é um alívio pequeno.

A importância da bioprospecção microbiológica é destacada por ambos os entrevistados. Ambos Profs. Padilla e Berlinck destacam em especial a importância da microbiologia marinha, possivelmente a de maior potencial.

Um dos grandes problemas apontados pelo Dr. Padilla foi o desativamento do banco de culturas brasileiro André Tosello. Ele comenta que há um clima de desconfiança entre os cientistas brasileiros ao depositar seus microorganismos e células em bancos internacionais, pois prefeririam um banco próprio reconhecido pelo tratado de Budapest.

Apesar de o Brasil apresentar grande capacitação biotecnológica para enfrentar os desafios do presente e futuro próximo, ainda não existe uma massa crítica de microbiologistas suficientemente treinados para dar conta do grande desafio que o Brasil tem pela frente na bioprospecção de seus recursos microbiológicos. Há uma grande lacuna, um nicho profissional que precisa ser preenchido, mas por carências diversas o Brasil ainda não tem condições de prover e assimilar os microbiologistas necessários para esta tarefa.

Uma parceria com a tradição local: a estratégia de Minas Gerais

Várias atividades de bioprospecção vêm sendo desenvolvidas em Minas Gerais. Além daquelas desenvolvidas independentemente nas Universidades Federal de Minas Gerais, Federal de Viçosa e de Lavras e pela Universidade de Uberlândia, ainda existem grupos de pesquisa bioprospectiva na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) e na Fundação Ezequiel Dias (FUNED). Os centros da EMBRAPA em Minas Gerais são outros exemplos. Recentemente, foi estabelecido o Programa Mineiro de Bioprospecção Farmacêutica. Entre outros, o Programa tem como objetivo integrar as pesquisas já em andamento no Estado, com ênfase especial no conhecimento tradicional sobre plantas medicinais, e desenvolver fármacos que atendam as prioridades de saúde do Estado de Minas Gerais, com especial atenção aos antiparasitários, antibióticos, antitumorais, antivirais, complementos alimentares e protéicos, e à geração de produtos de baixo custo para o atendimento à população de baixa renda[13].

Um grande complexo de incubadeira de empresas biotecnológicas também se localiza em Minas Gerais: o Bio-Minas. Estão associadas a ela, muitas delas muito além do estágio de incubação e já em franco funcionamento independente, inúmeras empresas, como a Biobrás, a Biobrás Software, a Biocarbo Indústria e Comércio, a Bioconsult, Biofar, a Biokits Indústria e Comércio, a Biológica Desenvolvimento, Projetos, Processos em Biotecnologia, a Bion Consultoria Biológica, a Biorgânica, a Biotecnologia Participações (Biopart) e muitas outras, num total de 32 empresas. Os objetivos da Bio-Minas são ousados: além de contribuir para o desenvolvimento econômico do Estado e do país, a incubadeira quer "ser reconhecida como decisiva e indispensável à liderança do Setor de Biotecnologia no Mercosul". Esta meta pode ser realista: Minas Gerais é possivelmente o Estado onde a transferência de tecnologia a partir da pesquisa pública ocorre com maior eficiência. Recentemente, foi criada em Minas a

[13] A bioprospecção envolvendo conhecimento tradicional é a mais controversa de todas. Em primeiro lugar, porque quem detém o conhecimento, em última instância, é uma parceria entre o cientista e um povo tradicional. Quem é "um povo"? Como se dividem os benefícios advindos do desenvolvimento comercial do produto daquele conhecimento? Muitos alegam que empresas cometem biopiratraria ao se apropriar desse conhecimento sem reconhecer a propriedade intelectual do povo que o detem. Até aí parece óbvio. Outros alegam que não há nenhuma divisão a ser feita - o cientista que desenvolver um produto a partir de uma planta ou animal de uso tradicional não tem qualquer direito sobre o produto, ainda que tenha aplicado sua experiência e conhecimento para obter uma substância ativa a partir de um extrato bruto. Ver a respeito K Ruddle (2000). Para uma visão alternativa, ver "*The role of intellectual property rights in the sharing of benefits arising from the use of biological resources and associated traditional knowledge selected case studies*, a joint submission by the World Intellectual Property Organization (WIPO) and the United Nations Environment Programme (UNEP). World Intellectual Property Organization, the United Nations Environment Programme. Fifth Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity, Nairobi, Kenya, May 15 to 26, 2000.

Incubadora de Empresas de Base Tecnológica para o Agronegócio, uma parceria EMBRAPA/ Centro Nacional de Milho e Sorgo (CNPMS) e a Fundação Biominas (Biominas 2003).

Biodiversidade, biotecnologia, bioprospecção e propriedade intelectual: juntando as pontas

As atividades relacionadas à biodiversidade no Brasil estão em rápido processo de integração, seja através de associações ou reuniões, seja eletronicamente através de plataformas integradas de bancos de dados. A pesquisa de bio-prospecção como um todo envolve uma variedade de especialistas. Do estudo de mercado à substância bio-ativa, estão envolvidos economistas, geógrafos, cientistas sociais, botânicos, zoólogos, ecólogos, bioquímicos, farmacólogos e eventualmente médicos. O "núcleo duro" da atividade, no entanto, restringe-se a um pequeno número de especialidades biológicas e moleculares, onde prevalecem os bioquímicos, os farmacólogos, os micro-biologistas e os biologistas estruturais. Há, portanto, níveis diferentes de inter-disciplinaridade. Porém, chama a atenção a ausência de integração do "núcleo duro" às disciplinas relacionadas ao funcionamento do mercado dos produtos da pesquisa: a administração, o direito, a economia, entre outras.

Essa falta de integração, no entanto, vai sendo aos poucos superada com a criação de órgãos especializados em transferência de tecnologia, como é o Consórcio de Gerenciamento e Inovação Farmacêutica (CEGIF) em São Paulo. Ele é uma iniciativa do CAT, da FAPESP, da Associação dos Laboratórios Farmacêuticos Nacionais e de setores privados interessados.

Considerações econômicas são importantes aqui: existe uma percepção difusa de que a bioprospecção pode representar um nicho de mercado a ser favoravelmente explorado pelo Brasil. A idéia de um país em processo de desenvolvimento (em desenvolvimento ou mesmo um *catching up country*) identificar uma janela tecnológica no mercado e monopolizá-la em benefício de sua inserção na economia globalizada não é novaN (Pack 2000) e parece sempre reciclada nas recomendações econômicas. A diferença aqui é a insistência, por parte da comunidade científica, de que existe no país conhecimento e tecnologia para a exploração destes recursos, ao contrário do modelo asiático(Osawa 1974, Nagaoka 1989), onde a ênfase era a absorção e engenharia reversa de tecnologia estrangeira.

Considerando os modelos INBIO- ICBG, esta diferença não é pequena. Ela terá reflexos no entendimento do modelo de desenvolvimento econômico adotado pelo país, pela

forma com que o país decidirá honrar seu compromisso com a Convenção da Biodiversidade e pela maneira como conflitos internos serão acomodados.

Se existe esta consciência difusa de uma lacuna no processo de transferência de tecnologia na cadeia inovativa na comunidade científica, então, o que é que realmente falta para que o conhecimento gerado por essa comunidade atinja seus objetivos e usuários finais, sejam eles comerciais ou o público interessado? A nosso ver, há um mecanismo perverso que faz com que nem o produtor, nem o usuário tenham controle sobre o produto em questão. No caso da propriedade intelectual, o cientista não tem, em geral, forças para lutar sozinho contra o conjunto de imposições legais ultrapassadas feitas para restringir e alongar os prazos de suas ações, e assim, na prática, impedir, no nascedouro, a cadeia inovativa. Um exemplo prático é a exigência de que a titularidade seja da universidade ou pelo menos que a universidade seja co-titular. Ora, se for uma patente estrangeira cujo depósito e anuidades tem custos impeditivos que a universidade não tem condições de custear, a universidade legalmente impediu seu funcionário de patentear seu invento. Se adotasse, por outro lado, uma política mais flexível e permitisse acordos prévios em que a titularidade pudesse ser negociada, todos sairiam ganhando. O mesmo se passa com o licenceamento. A maior parte das universidades requerem a licitação pública para o licenceamento de suas patentes. Este ato inviabiliza qualquer licenceamento sério com grandes parceiros comerciais.

Muito pior do que estatudos ultrapassados é a total ausência, nas universidades públicas, de um órgão efetivamente operacional de transferência de tecnologia que seja capaz de orientar o professor, ajudá-lo a buscar um escritório de patentes adequado e fundos para custear o pagamentos de seus honorários, buscar parceiros comerciais, etc. Em vez disso, temos caricaturas de tais órgãos cuja função é caçar professores que tentem patentear fora do esquema inefetivo da universidade e cobrar deles uma quota pelo trabalho que não fizeram. Nenhum deles é dotado de profissionais trans-disciplinares de alto nível. Ao contrário: são povoados da burocracia medíocre e mal-paga das universidades, que se recusam a enxergar na cooptação de profissionais bem pagos e de alto nível um investimento de bom retorno.

Não é de se estranhar que os pesquisadores pioneiros patenteadores universitários, ainda que mais eficientes e agressivos do que os dos institutos (Coutinho, Patrão, Vêncio, Silva, Lucatelli, Reis e Marin no prelo), sejam tão poucos.

Para tornar o quadro ainda mais dramático, a legislação brasileira de patentes foi drasticamente modificada: a Lei # 9279/96 foi passada em 14 de maio de 1996. Ela foi o resultado do longo processo das rodadas do Uruguay, numa tentativa de se atingir acordos

relativos à Proteção da Propriedade Intelectual ou Trade Related Intellectual Property Rights (TRIPS). Nesse contexto, finalmente o Brasil incluiu os fármacos e alimentos, ítens tradicionalmente excluídos da patenteabilidade nas leis anteriores e motivos de grande protesto por parte dos Estados Unidos e outros países. Num ato ainda de maior concessão, o Brasil aprovou o recurso do Pipeline, mediante o qual uma empresa pode fazer um pedido junto ao Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) de um produto já patenteado em outro país mas que não tenha sido contemplado pela legislação de patente brasileira prévia a 1996. Existem exceções a este direito, como a exploração do produto anterior ao período do pedido, mas não deixa de ser uma aberração jurídica.

Diante de todas estas novidades e das novidades biotecnológicas, a comunidade científica brasileira, já acéfala em propriedade intelectual por condição institucional, fica ainda mais perdida, pois o assunto é novo, recém debatido na imprensa e entre seus próprios colegas. É corriqueiro que pesquisadores se encontrem diante de situações em que não sabem se o que têm nas mãos é patenteável ou não. Se é, em que país. Se apenas fora do país, o que se requer dele. Ainda mais comum é encontrar pesquisadores desinformados sobre exigências rigorosas como o depósito de organismos modificados em bancos reconhecidos pela Convenção de Budapest, caso contrário, sem o número do depósito, a patente não é aceitável. Não há quem os informe nas universidades, nas agências de fomento, em nenhum lugar.

Disso tudo, os pesquisadores estão tomando rápida consciência e mais do que querendo, exigindo soluções. Quais serão, só o tempo e a dinâmica institucional que o formato que cada caso adquirir dirá. Não há dúvidas, no entanto de que o futuro, nas mãos deles está.

2. Zoneamento macro-agro-ecológico

É difícil separar os problemas referentes à pesquisa pública agrícola e ambiental: eles se superpõem e se entrelaçam. Acabamos de falar sobre bioprospecção, media hype precisamente em função da controversa questão do uso sustentável da biodiversidade. Em um país das dimensões continentais e com a diversidade climática e ambiental do Brasil, é evidente que não há uma resposta única a esta questão: cada região terá um ou mais tipos de atividade econômica relacionadas ao “uso sustentável da biodiversidade”. Isso implica tanto pesquisas sobre a biodiversidade propriamente dita (como o programa BIOTA-FAPESP) e sobre a distribuição regional da mesma. As preocupações com a mudança climática global, a

manutenção da biodiversidade, a conservação dos recursos naturais e a sustentabilidade dos ecossistemas, assim como com as atividades econômicas neles desenvolvidas, têm levado a uma evolução do estudo das questões de manejo de recursos específicos para questões de manejo integrado de ecossistemas. *Ecorregiões* são ecossistemas de extensão regional que contêm ecossistemas menores que sejam semelhantes em termos de seus potenciais de resposta a uma interferência humana (por exemplo, que fiquem igualmente improdutivos depois de um desmatamento), e de produtividade (por exemplo, que tenham a mesma quantidade de carangueijo por metro quadrado de mangue). O conhecimento sobre as ecorregiões é buscado como base para organizar e registrar informações relativa aos recursos naturais, para identificar critérios de recuperação bio-ecológica, para extrapolar a experiência de manejo local, para determinar a vocação agro-pecuária local e para monitorar mudanças globais.

Pesquisas recentes têm enfatizado o desenvolvimento de modelos quantitativos multivariados para delinear as ecorregiões. Estes modelos são produzidos a partir de dados de sensoriamento remoto associados ou não a outros dados ambientais e sociais, obtidos no local, relativos ao uso da terra. Um exemplo é o desenvolvimento recente do *Spatial Pattern Analysis Model*, que gera regiões contíguas a partir de unidades de área. As unidades regionais são agrupadas segundo critérios de semelhança quanto a parâmetros ambientais: profundidade das raízes no solo (por exemplo: as raízes de muitas plantas no cerrado são profundas), conteúdo de matéria orgânica no solo, capacidade de água disponível, deficit annual de umidade, etc. Segundo o autor da pesquisa, o mapeamento é automatizado e eficiente (Zhou 1999).

Segundo Baskent (1995), a mudança de abordagens locais para abordagens macro-ecológicas (*forest landscape management*, em seu estudo), satisfazem melhor os diversos grupos de interesse envolvidos na ocupação da terra e preservação de seus recursos naturais (seringueiros, índios, pequenos agricultores, etc.). Echavarria (1993), em seu estudo sobre regiões andinas, afirma que apesar das técnicas de macro-zoneamento baseadas em dados de sensoriamento remoto não terem o poder de frear a destruição dos ambientes tropicais, elas podem reduzir a incerteza nos debates de políticas públicas.

Boa parte destes estudos é voltada para a produção de estimativas precisas sobre cobertura florestal, fragmentação florestal e desflorestamento. Estas são questões centrais, sob o ponto de vista ambiental, agrícola e de desenvolvimento, em geral, para países tropicais como o Brasil ou a Costa Rica. Estudos deste tipo têm sugerido, por exemplo, que a extensão

do desflorestamento é maior do que as estimativas baseadas em perda total de áreas de floresta num nível nacional. Estas últimas desconsiderariam o efeito da fragmentação de florestas, com implicações significativas para a conservação da bio-diversidade, regeneração de áreas florestais, manejo de recursos hídricos e mudança climática (Sanchez-Azofeifa 1996).Estratégias mais ambiciosas procuram integrar informação demográfica e sócio-econômica para a predição de transformação dos padrões de ocupação e uso da terra (Ogneva-Himmelberger 1998).

Os estudos de zoneamento macro-agro-ecológico estão entre pesquisas francamente trans-disciplinares e, num grau acima, numa nova circunscrição disciplinar. Ao contrário dos estudos de bio-prospecção, os estudos de zoneamento requerem e criam novas técnicas e metodologias: aquelas ligadas à interpretação e manipulação de dados de sensoriamento remoto. Já existem especialistas neste tipo específico de estudo, onde as disciplinas tradicionais têm pouca ressonância.

Segundo os dados disponibilizados pelo CNPq, existem 43 grupos de pesquisa e 55 linhas de pesquisa em macro-zoneamento agro-ecológico no Brasil hoje. Os principais órgãos de pesquisa em macro-zoneamento e técnicas de manipulação de dados de sensoriamento remoto são a EMBRAPA, o INPE e o INPA. Mesmo o CNPq, cujos recursos são muito reduzidos em comparação com os vários milhões de dólares empregados em projetos de macro-zoneamento em andamento, tem financiado pesadamente as pesquisas em institutos e nas universidades federais, frequentemente em associação com os institutos.

A EMBRAPA realiza estudos de macro-zoneamento da região amazônica há anos. Atualmente, faz pesquisas em colaboração com a NASA e com uma organização não-governamental (Ecoforça) no contexto do Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia (LBA). Esta é uma iniciativa de pesquisa internacional liderada pelo Brasil, no qual a NASA investe atualmente certa 11 milhões de dolares. O LBA prevê a produção de novos conhecimentos sobre o funcionamento climatológico, ecológico, biogeoquímico e hidrológico da Amazônia, o impacto das mudanças no uso da terra nesses funcionamentos e as interações entre a Amazônia e o sistema biogeofísico global da terra (LBA 2003).

Outro projeto de grande escala é o Programa China-Brazil Earth Resources Satellite / Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres (CBERS). Seu objetivo é monitoramento agro-ambiental. O acordo foi assinado em Julho de 1988. Combina a capacidade técnica e os recursos financeiros dos dois países para estabelecer um sistema de sensoriamento remoto

internacionalmente competitivo. O custo total do projeto é de 300 milhões de dolares (70,0% financiados pelos chineses e 30,0% pelos brasileiros). Em 14 de outubro de 1999, o primeiro Satélite CBERS foi lançado na China. Considera-se que a inclusão do Brasil entre os países que participam do desenvolvimento da Estação Espacial Internacional, é, em parte, devida à experiência adquirida através do Programa CBERS (Santana e Coelho 2000). Além da informação agro-ambiental almejada, espera-se retorno financeiro com a comercialização das imagens geradas pelos satelites: as imagens serão disponibiliadas através da Internet, pelo site www.dgi.inpe.br, e os preços devem variar entre 300 e 600 reais. Estimativas apontam para um mercado de venda de imagens, no Brasil e no exterior, da ordem de 1,5 milhão de dolares anuais (INPE 2003)[14] Dia 5 de fevereiro de 2001 foram iniciados os testes do CBERS-2.

Do total de despesas do MCT em 1997, de R$ 1.475.487.000, R$ 99.403.000 foram absorvidos pelo INPE e R$ 40.871.000 foram absorvidos pelo INPA – os dois institutos de maior recursos no ministério. A FINEP e o CNPq aborvem a maior parte dos recursos (R$ 555.798.000 para a FINEP e R$ 644.714.000 para o CNPq), dos quais não se dispõe no momento de informação precisa quanto à distribuição detalhada de recursos (MCT-SECAV 1998). No entanto, a função primordial do INPE é a geração de dados de sensoriamento remoto. O INPA concentra-se nos estudos ecológicos sobre a Amazônia.

O maior de todos os projetos de monitoramento remoto é o Sistema de Vigilância da Amazônia (SIVAM). O projeto foi concebido pela Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República (SAE/PR) em conjunto com os Ministérios da Justiça e Aeronáutica, para "zelar pela Amazônia Legal" (que compreende a Região Norte do Brasil, o estado do Mato Grosso e parte do estado do Maranhão). Em 1994 o governo escolheu a empresa Raytheon para implantar o SIVAM. Em dezembro do mesmo ano, o Senado aprovou o financiamento externo no valor de 1.395 bilhão de dolares. Este valor foi integralmente financiado. O INPE mantêm convenio com a Comissão para Coordenação do SIVAM para otimizar o Sistema de Recepção e Processamento de imagens de satélites do INPE, de modo a garantir as imagens do Banco de Dados do SIVAM (2000).

Embora modelagens baseadas em dados de sensoriamento remoto sejam cada vez mais a abordagem *mainstream* para o zoneamento ecológico, alguns autores chamam atenção para a baixa preditibilidade dos mapas resultantes em alguns casos (Wimberly 1999).

[14] www.inpe.gov.br

A controvérsia técnica inciada por Wimberly tem consequências dramáticas em países, como o Brasil, que enfrentam decisões difíceis para a política ambiental. Por exemplo: foi realizado em outubro de 2000, em Belém do Pará, o seminário "Critérios para Inclusão de Florestas no MDL (Mecanismo de Desenvolvimento Limpo)". Nele, o governo brasileiro defendeu a não inclusão das florestas no MDL. Pelo Protocolo de Kyoto, recém abortado pela administração Bush da presidência Norte Americana, países industrializados deveriam cortar emissões de gases do efeito estufa em 5,2% até 2012. Com o MDL, parte dos ganhos poderia advir de investimento tecnológico em projetos do Terceiro Mundo, para que seu futuro desenvolvimento prejudique menos o clima. Seria um tipo de compensação em forma de economia de emissões em países em desenvolvimento. Sem considerar o desflorestamento como fonte importante de emissão de carbono, o Brasil perderia uma fatia significativa destes investimentos internacionais. Em compensação, teria mais flexibilidade nas metas de conservação das áreas florestais.

Os cientistas presentes no seminário se opuseram à posição do governo brasileiro e afirmaram, no texto final do seminário, que "as florestas constituem o principal elemento estratégico para que vários países em desenvolvimento possam participar dos esforços internacionais para a redução das emissões". Para eles, “as incertezas envolvidas na medição e monitoramento do carbono nas florestas podem ser resolvidas tecnicamente”, através do uso de dados de sensoriamento remoto para delimitar áreas florestadas e médias históricas para projetar o desmatamento induzido por projetos econômicos (Leite 2000).

Outro exemplo é o veredicto dado pelo Banco Mundial e pelo Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia de que a vocação da região é florestal, e não agrícola. Segundo o estudo patrocinado pelo banco e realizado pelo Instituto, 83,0% da Amazônia são imprestáveis para a agricultura e a pecuária (Leite 2000).

O caso mais dramático, no entanto, foi o da pesquisa realizada pelo Smithsonian e publicada pela *Science* onde, com base em dados de macro-zoneamento, foram feitas previsões relativas ao futuro do desmatamento na Amazônia. Num cenário pessimista, o artigo previu o desmatamento de 42,0% da mata até 2020.[15] O estudo, amplamente divulgado pela imprensa local, mereceu resposta imediata do governo brasileiro. O Ministério da Ciência e Tecnologia divulgou nota afirmando que o Instituto Nacional de Pesquisa da

[15] Dezenas e talvez centenas de outros artigos norte-americanos foram e são publicados sobre a “grande preocupação” norte-americana e do mundo com a Amazônia e a competência brasileira em zelar por este patrimônio. Um exemplo ilustrativo do tipo de artigo é G. Parayil e F Tong. (1998).

Amazônia e o MCT não tiveram participação (como divulgado pela revista) e não aprovam a estratégia da pesquisa publicada. Na nota à imprensa, o MCT classificou o estudo como "futurologia ecológica". Utilizando os dados produzidos pelo INPE, o MCT argumentou que, mantida a atual taxa de desflorestamento, no cenário mais pessimista possível, a Amazônia sofreria um desflorestamento médio de 17,0 mil Km2 por ano nos próximos 20 anos. Isso significaria que em 2020 o desflorestamento seria de cerca de 340 mil km2 que, somados aos 600 mil km2 desflorestados nos últimos 500 anos, corresponderiam ao percentual de 25,0% da floresta amazônica. Esse percentual é o que o estudo do Smithsonian considera como o cenário "otimista". O fato é que o desflorestamento, ou área desmatada, aumenta a cada ano a taxas cada vez menores. Decidir observar *o aumento da área desmatada* ou *a taxa de aumento* é uma decisão política, assim como divulgá-las.

O objetivo do zoneamento macro-agro-ecológico é orientar políticas, sejam elas políticas públicas ou tomadas de posição (privadas) em decisões políticas. A incorporação dos dados socio-econômicos coletados *in situ* representa uma das fases mais polêmicas destes programas de pesquisa. Um exemplo é o estudo e mapeamento dos assentamentos feitos sob o programa de Reforma Agrária. Um estudo nesta linha foi feito pelo IPEA e baseou-se em dados do primeiro recenseamento da reforma agrária, realizado em fins de 1996 por um *pool* de 29 universidades coordenado pela Universidade de Brasília. O estudo mostrou que a maioria dos assentamentos foi feita na chamada "fronteira agrícola oeste", que margeia a Amazônia. Proporcionalmente, esta área de expansão agro-pecuária é também a mais violenta (onde há maior número de fatalidades como decorrência de conflitos de terra), onde há menor assistência técnica, onde há a maior percentagem de assentados em condição irregular e onde os assentamentos são mais recentes (David, Waniez e Brustlein 1998). É uma área onde é urgente a intervenção com políticas de desenvolvimento adequadas. A pergunta sobre qual seriam estas políticas mais adequadas é respondida de maneiras diferentes, cada uma buscando legitimidade num conjunto diferente de estudos de macro-zoneamento.

Estes casos ilustram a transferência para o nível técnico e esotérico um debate que é essecialmente de política pública: é ou não é conveniente incluir as florestas no MDL? Deve-se ou não promover atividades agro-pecuárias na Amazônia? A sociedade brasileira tem ou não tem competência para administrar a Amazônia?[16] Questões como estas, de caráter político, são debatidas segundo sua versão técnica, onde cada lado se arma de mais e mais

[16] É interessante observar que os sociólogos norte-americanos de todo o espectro ideológico discutem há anos a natureza do modo de produção amazônico, a soberania amazônica, redescobrem teorias neo-marxistas e citam-se uns aos outros. Ver por exemplo Bunker S.G. (1984); C. Wood e M Schmink (1979).

dados, técnicas mais e mais sofisticadas, a fim de defender sua posição. A esoterização técnica do debate político têm sido tradicionalmente estudada em relação à análise de risco, em temas como energia nuclear, doença “da vaca louca” e, recentemente, a questão dos organismos geneticamente modificados (Kraft e Vig 1988, Lewidow Carr e Wield 2000, Lewidow e Carr 2000).

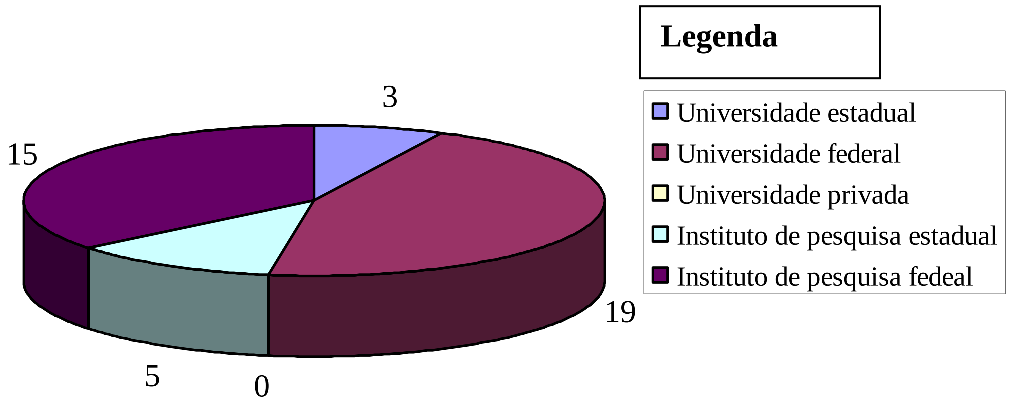


Gráfico 1 – Número de grupos de pesquisa financiados pelo CNPq em “zoneamento” por tipo de instituição

Por fim, não se pode descartar o caráter explosivo de tais questões como soberania nacional e competição pelo acesso a recursos naturais importantes. Recentemente, o Programa das Nações Unidas para o Ambiente (UNEP), produziu um relatório sobre os potenciais conflitos relacionados a questões ambientais(Schwartz e Singh 1999) como as discutidas aqui. A Amazônia sempre foi uma questão delicada, inclusive para o exército brasileiro, e se encaixa dentro da categoria de preocupações do UNEP. Não por acaso, a China, a Índia e o Brasil apresentam discursos defensivos nos organismos internacionais ligados ao ambiente (Roddick 1997).

3. Organização e Orientação da Pesquisa Agrícola

As pesquisas biotecnológica e sobre macro-zoneamento se integram na estratégia de aumentar a produtividade agro-pecuária do país. A pesquisa voltada à melhoria da produção agrícola no Brasil é enfrentada de acordo com duas estratégias, ou, como chamamos aqui, “estilos”. O estilo mais antigo é o “estilo EMBRAPA”: é o estudo detalhado das

características ecológicas de cada região e a otimização das atividades agro-pecuárias em função delas. Foi assim que a EMBRAPA transformou o Cerrado brasileiro, considerado improdutivo até a década dos 70, em uma grande fronteira agrícola, responsável hoje por 40,0% da produção brasileira de grãos. Hoje essa estratégia se traduz em pesquisas muito mais sofisticadas, de tecnologia transgênica e pesquisa genômica. O segundo estilo é o "estilo FAPESP": trata-se da articulação de redes de laboratórios de alta qualidade em torno de projetos aplicados e claramente organizados, atualmente concentrados no estudo genômico dos fito-patógenos (causadores de doenças em plantas, como a *Xyllela fastidiosa*).

O ponto de interesse nesta pesquisa é a convergência entre estes dois estilos de trajetória distinta. Nosso argumento é que a demanda pública provocou ao mesmo tempo a sofisticação científica do "estilo EMBRAPA" e a guinada indutiva à aplicação tecnológica do "estilo FAPESP".

A estratégia mais visível da EMBRAPA, que se mantém ao longo destes 28 anos anos, é o estudo agro-ecológico das várias regiões do país e desenvolvimento de tecnologias adaptadas àquelas condições. Isso é realizado através de Centros de Pesquisa (há 37 deles). Estes Centros são tanto regionais, como o EMBRAPA Acre, ou EMBRAPA Amazônia, como voltados a um conjunto específico de tecnologias agrícolas, também situados conforme sua vocação regional. Por exemplo: o antigo Centro de Pesquisas sobre Agricultura do Cerrado, atual EMBRAPA Cerrado, fica localizado em Brasília, situada na maior extensão de cerrado do país.

A EMBRAPA opera em redes colaborativas na pesquisa. Está sob a sua coordenação, por exemplo, o Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA), constituído por instituições públicas federais, estaduais, universidades, empresas privadas e fundações, que, de forma cooperativa, executam pesquias nas diferentes áreas geográficas e campos do conhecimento científico. Pesquisas sofisticadas, como o desenvolvimento de variedades transgênicas de grãos, são realizadas em parceria com grandes empresas, como a Monsanto.

A EMBRAPA surgiu como uma organização de pesquisa cujo foco era a resolução em curto prazo de problemas localizados. Por exemplo: como aumentar a produção de frango? Segundo os dados da própria empresa, a tecnologia desenvolvida pela EMBRAPA permitiu que a produção de frango fosse aumentada em 10 vezes desde sua fundação. A produção de grãos, leite, carne bovina e suína foram igualmente favorecidas.

Salles Filho (Org) e col. (2000) estudaram a evolução institucional da EMBRAPA nestes 28 anos de sua história. Os autores identificam duas fases distintas na evolução da institução: a primeira, de 1973-84, era a de criação e consolidação da Instituição, cuja missão era a de alavancagem tecnológica do setor agropecuário nacional. A segunda, a partir de 1985, seria a de um ajustamento em busca de maior vinculação às demandas externas - do Estado, do mercado e da sociedade em geral.

Na detalhada análise de Salles Filho (2000), alguns elementos chamam atenção para os objetivos desta análise: 1. as soluções tecnológicas da EMBRAPA são, segundo os autores, entendidas pela instituição como articuladas com as sinalizações do mercado e da sociedade (incluindo o Estado); 2. em 1992 foi criado o Sistema EMBRAPA de Planejamento (SEP), que estabelece “o que pesquisar e para quem” segundo o *Modelo de Pesquisa por Demanda*; 3. nos anos 90, a busca de instrumentos de gestão mais eficientes levaram a uma maior diversificação de interações com “a sociedade” em termos de fontes de financiamento, convênios, prestações de serviços, etc.; 4. ao contrário de outras instituições de pesquisa pública, a EMBRAPA foi rápida em identificar a necessidade de um política institucional de propriedade intelectual e de explorar as divisas decorrentes de seus produtos, padronizadando contratos, licenceamento e procedimentos de modo geral.

A transferência de tecnologia da EMBRAPA tem evoluído para a diversificação de formatos. Do fornecimento direto de sementes ou treinamento de produtores em técnicas de otimização na criação de animais, a EMBRAPA desenvolveu sistemas de amparo à agricultura familiar e de apoio aos assentamentos rurais. Neste sentido, a EMBRAPA *soma* produtos mais tradicionais e tecnologicamente menos sofisticados, àqueles de maior sofisticação tecnológica. Não houve a inclusão de produtos sofisticados em detrimento daqueles que um mercado mais tradicional ainda demandava, uma vez que a empresa adota o modelo gerencial de *pesquisa por demanda*.

Na área de cooperação internacional, a empresa mantém 275 acordos de cooperação técnica com 56 países e 155 instituições de pesquisa internacionais, envolvendo principalmente a pesquia em parceria. Para ajudar neste esforço, a EMBRAPA instalou nos Estados Unidos, com apoio do Banco Mundial, um laboratório virtual para o desenvolvimento de pesquisa em tecnologia de ponta. Esse laboratório, conta com as bases físicas do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, em Washington permitindo o acesso dos pesquisadores à mais alta tecnologia em áreas como recursos naturais, biotecnologia, informática e agricultura de precisão.

Hoje a EMBRAPA ocupa as manchetes dos jornais com o primeiro animal clonado brasileiro e com o STING, um software de análise de sequenciamento de proteínas de impacto internacional. Ou seja: a EMBRAPA está mostrando que sua estratégia inclui investimento de peso nas áreas mais competitivas da biotecnologia, indo além de projetos de genoma sequencial e desenvolvendo condições para projetos proteomicos, bem como de clonagem de animais transgênicos.[17]

É aqui que a EMBRAPA se encontra com a FAPESP, que veio da outra ponta do desenvolvimento tecnológico. A FAPESP foi criada em 1960 e começou a funcionar efetivamente em 1962. A definição constitucional de um orçamento próprio para a Fundação, baseado na transferência de 0,5% do total da receita tributária do Estado de São Paulo – percentual posteriormente elevado para 1,0%, pela Constituição de 1989 – foi o que permitiu que esta organização se tornasse o mais eficiente e intensivo órgão de apoio à pesquisa no país.

A FAPESP mostrou, inicialmente, uma vocação para o apoio à pesquisa básica. Em 1973 foi criado o programa BIOQ-FAPESP, através do qual, com um corpo de pareceristas internacional, eram julgados e beneficiados projetos de pesquisa em bioquímica no Estado. Considera-se que este programa foi determinante para permitir que a bioquímica brasileira se tornasse a área de maior impacto internacional da ciência brasileira.

A guinada da FAPESP para projetos mais aplicados e para o fomento da transferência de tecnologia da universidade para o setor privado é dos anos 90. Foi o Projeto Genoma, no entanto, o grande diferencial. Em 1997, a FAPESP criou a Organização para Seqüenciamento e Análise de Nucleotídeos (ONSA, uma rede virtual de laboratórios). O objetivo era sequenciar o genoma da *Xylella fastidiosa*, causadora da Clorose Variegada de Citros (CVC) ou praga do amarelinho.

Dia 13 de julho de 2000, os resultados da pesquisa sobre o genoma da *Xylella* foram publicados e tornaram-se capa da revista *Nature*. Foi a primeira vez que um artigo de pesquisa produzida no Brasil foi capa desta revista. Além disso, é o primeiro genoma de um fito-patógeno sequenciado no mundo.

Com a estrutura montada, a FAPESP continuou apoiando projetos em genômica sequencial. O projeto do genoma da cana-de-açucar, por exemplo, mereceu um investimento

---

[17] As informações utilizadas para este comentário são todas disponíveis no site da EMBRAPA (www.EMBRAPA.br) ou no *Jornal da Ciência*, publicação eletrônica da SBPC.

aprovado de 8 milhões de dolares, dos quais economizou US$4 milhões. Essa economia foi possível por causa da infra-estrutura já instalada e da experiência adquirida: dos 32 laboratórios iniciais, 15 do grupo de seqüenciamento e oito do *data mining* haviam participado do *Genoma Xylella*. Outros mapeamentos relevantes para a agricultura encontram-se em andamento, como o das bactérias *Xanthomonas citri* e a *Leifsonia*. Os clones vão ficar no Laboratório de Estocagem e Distribuição de Clones, que deve começar a funcionar no próximo mês no campus da Universidade Estadual Paulista (Unesp) em Jaboticabal, e faz do Brasil um fornecedor de material genético para o mundo.

Nesse encontro entre os dois estilos de pesquisa na genômica sequencial e pesquisa dos Organismos Geneticamente Modificados, entre a EMBRAPA e a FAPESP, uma série de questões estratégicas se definiram. A primeira é decidir para onde ir a partir daqui. Aparentemente, a EMBRAPA, com sua diversidade e decentralização administrativa, com sua maior variedade de parceiros e capacidade de captação de recursos diversificados, tem respondido com mais rapidez a esta questão: da genômica sequencial é preciso partir para pesquisa estrutural, proteoma e *drug design*.

Cabe aqui investigar o recrutamento de parceiros nos programas apoiados pela FAPESP, a capacidade de negociação de interesses variados dos laboratórios que os integram e as estratégias que resultarão. Ao contrário da EMBRAPA, a FAPESP executa um orçamento muito menos flexível, onde escolhas são feitas umas em detrimento de outras. Paralelamente, é necessário estudar as parcerias da EMBRAPA nas pesquisas de ponta e a rota delineada para sua aplicação. O encontro em si destes dois estilos, no entanto, parece emblemático do momento que a ciência brasileira vive: às vésperas de uma integração hesitante aos acordos da TRIPS, com prazos curtos para criar estruturas dinâmicas para responder às demandas do desenvolvimento tecnológico doméstico e este, para responder às demandas públicas de um país cheio de contradições.

Conclusões Preliminares

Talvez uma das lições que se possa tirar deste diagnóstico preliminar é que toda vez que a pesquisa assume formas institucionalmente mais organizadas e estáveis, com canais e estruturas de fronteiras bem estruturadas para responder às demandas públicas, temos casos razoavelmente bem sucedidos. Era uma necessidade pública criar capacitação genômica para enfrentar desafios principalmente em biotecnologia agrícola. A FAPESP foi capaz de

enfrentar esta demanda através da rede ONSA com o sucesso visível da quebra do genoma da Xyllela e outros sucessos menos visíveis. A EMBRAPA, com sua estrutura verticalizada, respondeu a outras tantas demandas, se auto-questionando quanto ao próprio sucesso, mas certamente caminhando em direção a ele. É quando faltam redes ou estruturas institucionais de fronteira, como nas universidades, ou aos pesquisadores desvinculados de programas institucionais da FAPESP, que temos casos de dúvida e temor. Os bioprospectadores de microorganismos que se sentem isolados ou os programas de macro-zoneamento que caem no vazio.

A segunda lição que podemos tirar deste diagnóstico é que, se a maior parte da pesquisa pública ainda está concentrada em universidades públicas, está mais do que maduro o tempo de se desenvolver canais institucionais de transferência de tecnologia que não sejam os velhos estatutos que determinam que a titularidade é sempre da instituição. Está na hora de as universidades se modernizarem, aprenderem mais sobre propriedade intelectual e transferência de tecnologia e se prepararem para um novo tempo, sob pena de condenarem seus pesquisadores a descolarem-se, desta vez para sempre, da inovação industrial que mal começa no país.

Está na hora das universidades ouvirem seus próprios pesquisadores.

Referências bibliográficas

Adger, W. N., K. Brown, R. Cervigni e Moran D. (1995) Total Economic value of forests in Mexico .*Ambio 24* (5): 286-296.

Andersen, L.E.A. (1997). Cost-Benefit Analysis of Deforestation in the Brazilian Amazon. Texto para Discussão, 455. Rio de Janeiro: IPEA.

Andersen, R.J., Berlinck, R.G.S., Roberge, M., Britton, R. and Piers, E. (1998). Granulatimide Compounds as G2 Checkpoint Inhibitors. UBC 98-010 US Patent Application, March 13th.

Arnt R. (2001). O negócio do verde, *Exame*. *35* (739): 52-64.

Baskent E. Z. (1995). *Forest landscape management: concept and practice*. Ph. D. Dissertation, The University of New Brunswick.

Berlinck, R.G.S., Britton, R., Piers, E., Lim, L., Roberge, M., Rocha, R.M. and Andersen, R.J. (1998). Granulatimide and Isogranulatimide, Aromatic Alkaloids with G2 Checkpoint Inhibition Activity Isolated from the Brazilian Ascidian *Didemnum granulatum*: Structure Elucidation and Synthesis. *Journal of Organic Chemistry*, *63*: 9850-9856.

Bioamazônia Organização Social 2000 http://www.bioamazonia.org.br

BIOMINAS 2003. http://www.biominas.org.br

Bishop, J. T. (Ed.) (1999). *Valuing Forests: A Review of Methods and Applications in Developing Countries*. London: International Institute for Environment and Development.

Bozeman B. (2000). Technology transfer and public policy: a review of research and theory. *Research Policy 29* (4-5): 627-655.

Bunker S.G. (1984). Modes of Extraction, Unequal Exchange, and the Progressive Underdevelopment of the Extreme Periphery: The Brazilian Amazon 1600-1980. *American Journal of Sociology 89* (5): 1017-1064.

Buttel, F. H. (1987). New Directions in Environmental Sociology. *Annual Review of Sociology 13*: 465-488.

Camillo M.A.P., Paes P.C.A., Troncone L.R.P. e Rogero J.R. (2001). Gyroxin fails to modify in vitro release of labeled dopamine and acetylcholine from rat and mouse striatal tissue. *Toxicon 39*: 843-853.

Campos A. e Padilla G. (2001). Phenotypic instability and plasmid detection in Actinobacillus acinomycetocomitans. *Brazilian Dental Journal 12*: 105-108.

CAPES – Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior http://www.capes.gov.br/oqueecapes/index.html.

Castro, C.M. e Soares G.A.D. (1986). As avaliações da Capes. Em S. Schwartzman e C.M. Castro, *Pesquisa universitária em questão.* São Paulo: Editora da UNICAMP, 1986.

Cohen S, Demeritt D, Robinson J, Rothman D. (1998). Climate change and sustainable development: towards dialogue. *Global environmental change 8* (4): 341-371.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) 2001, *home page*, http://www.conabio.gob.mx/, (consultado em outubro de 2001).

Coutinho, M. (1996). Ecology and environmental science in Brazilian higher education; graduate programs, research and intellectual identity. *Documentos de Trabalho, 6/96*.

Coutinho, M., Patrão, D.C., Vêncio, R.N.Z., Silva, R.L.M., Lucatelli, M., Reis, L.F, Marin, M.A. (2003). Patenting Biological Research in Brazil. No prelo em *Documento de Trabalho* do Núcleo de Pesquisas sobre Ensino Superior, Universidade de São Paulo.

Cunningham, A. B. (1993) "Ethics, ethnobiological research and biodiversity."WWF International Publications Unit.

David M.B.A., Waniez P. e Brustlein V. (1998). Situação social e demográfica dos beneficiários da reforma agrária: um atlas. *Texto para Discussão 548*. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

Dunlap, R. E. e Catton W. R. Jr. (1979). Environmental Sociology. *Annual Review of Sociology* 5: 243-273.

Echavarria F. R. (1993). *Remote sensing of Montane forest degradation in Southern Ecuador*. Ph. D. Dissertation, University Of South Carolina.

Ferreira, M.B.R., Padilla G. e Acosta, R.C.C. (2000) Altered expression of oligopeptide-binding protein (OppA) and aminoglycoside resistance in laboratory and clinical Escherichia coli strains. *Journal of Medical Microbiology 49*: 1-5.

FIOCRUZ 2003 www.fiocruz.br

Fischer, E.P. e Lipson, C. (1988). Thinking about Science; Max Delbrück and the origins of Molecular Biology. New York, Norton e Co.

Fujisue, K. (1998). Promotion of academia-industry cooperation in Japan - establishing the "law of promoting technology transfer from university to industry" in Japan. *Technovatioin 18* (6-7): 371-281.

Gasques, J. G. e Villa Verde, C. M. (1995). Prioridades e orientação dos gastos públicos em agricultura no Brasil. Texto para Discussão, 365. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

Guimarães, Roberto P. (1991). The Ecopolitics of Development in the Third World: Politics and Environment in Brazil. Boulder, London: Lynne Rienner Publishers.

Homma A. K. O. 1999. Biopirataria na Amazônia, como reduzir? *Gazeta Mercantil (Belém)* , no. 13 de julho: 2.

Homma A. K. O. (1999). Mercados para produtos da Amazônia. *Gazeta Mercantil (Belém)* 4 junho: 2.

Homma A. K. O. (2000). *Agricultura na Amazônia: da era pré-colombiana ao terceiro milênio.* Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental.

INPE 2003 – www.inpe.gov.br

Jacob, F. e Monod, J. (1961). Genetic regulatory mechanisms in the synthesis of proteins. *Journal of Molecular Biology 3*: 318-356,

Kobayashi J., Sekiguchi M., Shigemori H., Ohsaki A. (2000a). Chapecoderins A-C, new labdane-derived diterpenoids from Echinodorus macrophyllus. *Journal Of Natural Products*. *63*: (3) 375-377.

Kobayashi J, Sekiguchi M, Shigemori H, Ohsaki A. (2000b). Echinophyllins A and B, novel nitrogen-containing clerodane diterpenoids from Echinodorus macrophyllus *Tetrahedron* Kobayashi *Letters. 41*: (16) 2939-2943.

Kobayashi J, Sekiguchi M, Shimamoto S, Shigemori H, Ohsaki A. (2000). Echinophyllins C-F, new nitrogen containing clerodane diterpenoids from Echinodorus macrophyllus. *Journal Of Natural Products. 63*: (11) 1576-1579.

Kraft M.E. e Vig N.J. (1988). *Technology and politics*. Durham: Duke University Press.

LBA 2003 http://lba-ecology.gsfc.nasa.gov/lbaeco/

Leite M. (2000). Relatório de ONG e Banco Mundial conclui que 83% da região recebe chuvas demais para agropecuária rentável - Pagamento para combater emissões do desmatamento restringiria mercado de reflorestamento e energia. *Folha de São Paulo, Caderno Ciência.* 22 de outubro: A30.

Levidow L. e Carr S. (2000). Unsound science? Trans-Atlantic regulatory disputes over GM crops. *International Journal of Biotechnology 2.* (1/2/3): 257-273.

Levidow L., Carr S. e Wield D. (2000). Genetically modified crops in the European Union: regulatory conflicts as precautionary opportunities. *Journal of Risk Research 3* (3): 287-285.

Licht, G. e Nerlinger E. (1998). New technology-based firms in Germany: a survey of the recent evidence. *Research Policy. 26* (9): 1005-10022.

Lutz, E. (1998). Agriculture and the Environment Perspectives on Sustainable Rural Development - A World Bank Symposium. Washington: The World Bank.

Massing, Daniel E. (Ed.) (1997). *AUTM report, licensing survey, FY 1997.* The Association of University Technology Managers.

Motta, R. S. (1996). The economics of biodiversity in brazil: the case of forest conversion. Texto para Discussão . Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

Mowery, D.C., Nelson R.R. e Sampat B.N. (2001). The growth of patenting and licensing by US universities: an assessment of the effects of the Bayh-Dole act of 1980. *Research Policy 30* (1): 99-119.

Nagaoka, S. (1989). Overview of Japanese Industrial Technology Development . *Industry Series Paper*, 6. Washington, DC: World Bank, Industry and Energy Department.

O Liberal. (2000a). "Internationalisation of Amazonia discussed." *Forest Conservation Archives* 26 de Janeiro.

O Liberal. (2000b). "Camilo Viana denounces the exploitation of Amazonia." *Forest Conservation Archives* 27 de Janeiro.

Ogneva-Himmelberger Y. A. (1998). *Exploring empirical diagnostic modeling of land-use/cover change: an example from southern Yucatan peninsular region*. Ph. D. Dissertation, Clark University.

Ozawa T. (1974). *Japan's Technological Challenge to the West, 1950-74: Motivation and Accomplishement*. Cambridge, Mass.: MIT Press.

Pack H. (2000). Research and development in the industrial development process. Em: L. Kim e R. R. Nelson (Eds.) *Technology, Learning e Innovation.* Cambridge: Cambridge University Press. p 69-94.

Padilla G., J. Pradella, J. G. C. Pradella, Lopes-Shikida S.A.R., M. Aikawa e M. F. Lemos. (1999). Screening of spontaneous and induced mutants in Streptomyces avermitilis enhances avermectin production. *Applied Microbiology e Biotechnology 52*: 558-562.

Parayil G. e Tong F. (1998). Pasture-led to Logging-led deforestation in the Brazilian Amazon: The dynamics of socio-environmental change. *Global Environmental Change 8* (1): 63-79.

Paterniani, E. (1999). Brazilian agriculture and scientific research. In Brazilian Academy of Sciences, *Science in Brazil - An Overview*. Prepared for the World Conference on Science, Budapest, 26 June - 1 July ed., Rio de Janeiro: Brazilian Academy of Siences.

Roberge M., Berlinck R.G.S., Xu L., Anderson H., Lim L.Y., Curman D., Stringer C.M., Friend S.H., Davies P., Vincent I., Haggarty S.J., Kelly M.T., Britton R., Piers E. e Andersen R.J. (1998). High Throughtput Assay for G2 Checkpoint Inhibitors and Identification of the Structurally Novel Compound Isogranulatimide. *Cancer Research. 58*: 5701-5706.

Roddick J. (1997). Earth Summit north and south: Building a safe house in the winds of change. *Global Environmental Change. 7* (2): 147-165.

Ruddle K. (2000). Environment, Development and Sustainability. *Environmental Management. 2*: 277-304.

Salles Filho, S. (Org.) (2000). *Ciência, tecnologia e inovação - A reorganização da pesquisa pública no Brasil*. Campinas: Editora Komedi, pp 104-183.

Sanchez-Azofeifa G. A. (1996). *Assessing land use/cover vhange in Costa Rica*. Ph.D. Dissertation, University of New Hampshire.

Santana C. e Coelho J.R. (2000). *O Programa CBERS de satélites de observação da Terra*, http://www.inpe.br/programas/cbers/portugues/index.html.

Schwartz D. e Singh A. (1999). *Environmental Conditions, Resources, and Conflicts: An Introductory Overview and Data Collection*. Nairobi, Kenia: Division of Environmental Information, Assessment e Early Warning (DEIAeEW). United Nations Environment Programme (UNEP).

Secretaria de Coordenação da Amazônia, http://www.mma.gov.br/port/SCA/fazemos/outros/probem.html

Sekiguchi M, Shigemori H, Ohsaki A, Kobayashi J. (2001). *Journal Of Natural Products. 64*: (8) 1102-1106.

Shimamoto H, S, Sekiguchi M, Ohsaki A, Kobayashi J. (2002). *Journal Of Natural Products. 65*: (1) 82-84.

Shimamoto J, Sekiguchi M, S, Shigemori H, Ohsaki A. (2000). *Journal Of Natural Products. 63*: (11) 1576-1579.

Shimamoto S, Sekiguchi M, Ohsaki A, Kobayashi J. (2002). *Journal Of Natural Products. 65*: (1) 82-84.

Siebeck, W.E. (1990). *Strengthening protection of intellectual property in developing countries a survey of the literature*. World Bank discussion papers, 112. Washington, D.C: World Bank.

SIVAM, Coordenação de Relações Institucionais. (2000). www.sivam.gov.br.

Souccar C, Gonçalo M.C., Lapa A.J., Troncone L.R.P., Lebrun I. e Magnoli F. (1995). Blockade of acetylcholine release at the motor endplate by a polypeptide from the venom of Phoneutria nigriventer. *British Journal of Pharmacology 116* (7): 2817-2823.

Stoll A., Horvat L.I., Lopes-Shikida S.A.R., Padilla G. e Cullum J. (2000). Isolation and cloning of Streptomyces terminal fragments. *Antoine van Leewenhoek 78*: 223-226.

The role of intellectual property rights in the sharing of benefits arising from the use of biological resources and associated traditional knowledge selected case studies, a joint submission by the World Intellectual Property Organization (WIPO) and the United Nations Environment Programme (UNEP). World Intellectual Property Organization, the United Nations Environment Programme. Fifth Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity, Nairobi, Kenya, May 15 to 26, 2000.

The World Bank. (1995). *Expanding the Measure of Wealth: Indicators of Environmentally Sustainable Development*. Washington, DC: The World Bank, Environment Department.

The World Bank. (1997). *Five Years after Rio. Innovations in Environmental Policy*. Washington, DC: The World Bank, Environmental Department.

Timmermann, B.N. (1999). The Latin American ICBG: the first five years. *Pharmaceutical Biology 37*: 1-20.

Traumann, T. (2000). Autorização será obrigatória para qualquer estudo; comissão poderá permitir pesquisa em área indígena - Governo quer controlar riqueza genética. *Folha de São Paulo.* CIÊNCIA Página: A12, 3 de Outubro de 2000.

Troncone L.R.P., Lebrun I., Magnoli F. e Yamane T. (1995). Biochemical and pharmacological studies on a lethal neurotoxic polypeptide from Phoneutria nigriventer spider venom. *Neurochemical Research. 20* (7): 879-883.

Van Wijk J., Cohen J.I. e Komen J. (1993). *Intellectual property rights for agricultural biotechnology. Options and implications for developing countries.* ISNAR Research Report , 3. The Hague: International Service for National Agricultural Research.

Watson, J. e Crick, F. (1953a) Molecular structure of nucleic acids: a structure for deoxyribose nucleic acid. *Nature*. *171*: 737-738.

Watson, J. e Crick, F. (1953b) Genetical implications of the structure of deoxyribonucleic acid. *Nature 171*: 964-967.

Wilkinson, J., Sorj B. e Brenner C. (1992). *Structural adjustment and the institutional dimensions of agricultural research and development in Brazil soybeans, wheat, and sugar cane*. Technical papers, 76. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development Development Centre.

Wimberly M.C. (1999). *Watershed-scale vegetation patterns in a late-successional forest landscape in the Oregon coast range.* Ph.D. Dissertation, Oregon State University.

Wolff P., Troncone L.R.P., Lebrun I., Magnoli F., Raw I. e Ho P.L. (1997). Further biochemical and farmacological characterization of PF3, a neurotoxic peptide from the “armed” spider Phoneutria nigriventer *Journal of Natural Toxins. 6* (2): 211-219.

Wood C. e M Schmink. (1979). Blaming the Victim: Small Farmer Production in an Amazon Colonization Project. *Studies in Third World Societies 7*: 77-93.

Woodruff, H.B. (1980). Natural Products from Microorganisms, *Science. 208*: 1225-1229.

World Commission on Environment and Development. (1987). *Our Common Future*. Oxford: Oxford University Press.

Zhou Y. (1999). *A GIS-based spatial pattern analysis model for ecoregion mapping and characterization.* Ph.D. Dissertation, The University of Nebraska.